# СПРАВОЧНИК

## молодого электромонтера-кабельщика

220V

ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Справочник молодого

М. Б. ЗЕВИН

# СПРАВОЧНИК молодого электромонтера-кабельщика

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1986

ББК 32.889
347
УДК 621.315.21

Рецензенты:
канд. техн. наук Н. И. Коротков (ВНИИ «Проектэлектромонтаж»), канд. техн. наук Н. В. Никулин (Московский энергетический институт)

Справочник одобрен к изданию Госкомитетом СССР по профессионально-техническому образованию и предназначен для учащихся и инженерно-педагогических работников учебных заведений профтехобразования

**Зевин М. Б.**

347 Справочник молодого электромонтера-кабельщика. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 1986. — 176 с.: ил.

50 к.

В справочнике приведены основные материалы по эксплуатации, ремонту и монтажу кабельных линий напряжением до 35 кВ: характеристики кабельной продукции и арматуры, основные способы прокладки, соединения и оконцевания кабелей, уход и надзор в процессе эксплуатации.

Материал второго издания (1-е — в 1978 г. называлось «Справочник молодого электромонтера по эксплуатации и ремонту кабельных линий до 35 кВ») переработан с учетом современного уровня эксплуатации и монтажа кабельных линий, новых инструкций и ГОСТов.

З $\frac{2302020000-182}{052(01)-86}$ 20—86

ББК 32.889
6Ф1

© Издательство «Высшая школа», 1978
© Издательство «Высшая школа», 1986, с изменениями

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В директивных документах партии и правительства подчеркивается, что электрификация, являющаяся стержнем строительства экономики коммунистического общества, играет ведущую роль в развитии всех отраслей народного хозяйства.

Электровооруженность труда в промышленности постоянно возрастает. В связи с этим надежность и бесперебойность работы всех электротехнических устройств приобретают особо важное значение.

Кабельные линии являются основным элементом системы электроснабжения и их надежная работа обеспечивает бесперебойность в подаче электроэнергии к различным потребителям.

Надежность и долговечность кабельных линий в значительной степени зависят от грамотной организации работ по их прокладке, монтажу и эксплуатации, а также от правильного подбора персонала и его обучения.

В справочнике приводятся основные сведения из действующих нормативных документов, необходимые электромонтеру-кабельщику в его повседневной работе.

Электромонтеру-кабельщику по роду своей деятельности приходится работать в разнообразных производственных условиях. Разнообразие рабочих мест и условий, множественность конструкций кабелей и муфт, особые требования к эксплуатации кабельных линий и их ремонту требуют от электромонтера-кабельщика больших знаний и мастерства. Сведения, приведенные в настоящем справочнике, должны оказать электромонтерам-кабельщикам практическую помощь в их повседневной работе по обеспечению бесперебойного электроснабжения промышленных предприятий и городских электрических сетей.

*Автор*

## ГЛАВА I

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ

### § 1. Основные определения

*Кабельная линия* — это линия для передачи электроэнергии или отдельных импульсов, состоящая из одного или нескольких кабелей с соединительными, ответвительными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями.

Таблица 1. **Типы муфт и их назначение**

| Тип | Наименование | Назначение |
|---|---|---|
| С* | Соединительная | Для соединения кабелей, проложенных на трассах с разностью уровней, не превышающей допустимые |
| Ст | Стопорная | Для соединения кабелей, проложенных на трассах с разностью уровней, превышающей допустимые, и для соединения кабелей с вязкой пропитанной изоляцией с кабелями с обедненно-пропитанной изоляцией и с изоляцией, пропитанной нестекающим составом |
| СтП | Стопорно-переходная | Для соединения кабелей с вязкой пропитанной изоляцией в общей металлической оболочке с кабелями с обедненно-пропитанной изоляцией и с изоляцией, пропитанной нестекающим составом, и отдельными металлическими оболочками |
| СП | Соединительная переходная | Для соединения кабелей с пластмассовой изоляцией с кабелями с бумажной пропитанной изоляцией |
| О | Ответвительная | Для присоединения распределительных кабельных линий к магистральной кабельной линии |
| КН | Концевая наружной установки | Для оконцевания кабелей, эксплуатируемых на открытом воздухе |
| КМ | Концевая мачтовая | Для оконцевания кабелей, эксплуатируемых на открытом воздухе при переходе с кабельной линии на воздушную линию передачи |
| КВ | Концевая внутренней установки | Для оконцевания кабелей, эксплуатируемых внутри помещения |

* Для соединения кабелей с пластмассовой изоляцией разность уровней не учитывается.

*Кабельным сооружением* называется сооружение (помещение), специально предназначенное для размещения кабелей и кабельных муфт: кабельные коллекторы, туннели, каналы, шахты, кабельные этажи и помещения и др.

*Кабель* представляет собой одну или несколько изолированных и скрученных между собой жил, заключенных в герметическую оболочку, поверх которой могут быть наложены защитные покровы для различных условий прокладки.

Кабели подразделяются на силовые, контрольные, сигнализации, блокировки, управления и др. Кабели сигнализации и блокировки предназначены для прокладки в цепях железнодорожной сигнализации и блокировки, пожарной сигнализации, телеграфа и автоматических систем с номинальным переменным напряжением 380 В или постоянным 700 В.

В справочнике приводятся сведения только по силовым и контрольным кабелям.

Силовые предназначены для распределения электрической энергии и передачи к различным токоприемникам и распредустройствам.

Контрольные — для присоединения к электрическим приборам, аппаратам и сборкам зажимов и применяются в сетях управления, сигнализации и автоматизации.

Для соединения, ответвления и оконцевания кабелей применяют различные типы муфт (табл. 1).

Муфты С, Ст, СтП, СП должны иметь защитные кожухи, указанные в табл. 2.

Таблица 2. **Типы кожухов и их назначение**

| Тип | Наименование | Назначение |
|---|---|---|
| К | Защитный | Для муфт, устанавливаемых в кабельных сооружениях |
| $К_з$ | Защитный подземный | Для муфт, устанавливаемых в земле |
| $К_в$ | Защитный подводный | Для муфт, устанавливаемых под водой |

## § 2. Конструкция электрических кабелей

Кабель состоит из трех основных элементов: токопроводящей жилы, изоляции и герметичных оболочек с защитными покровами (рис. 1).

**Токопроводящие жилы** скручивают из медной проволоки ММ и МТ, алюминиевые жилы — из алюминиевой проволоки АМ, АПТ, АТ и АТп.

Жилы для силовых кабелей изготовляют одно- и многопроволочными, круглыми, секторными и сегментными, или фасонными (табл. 3).

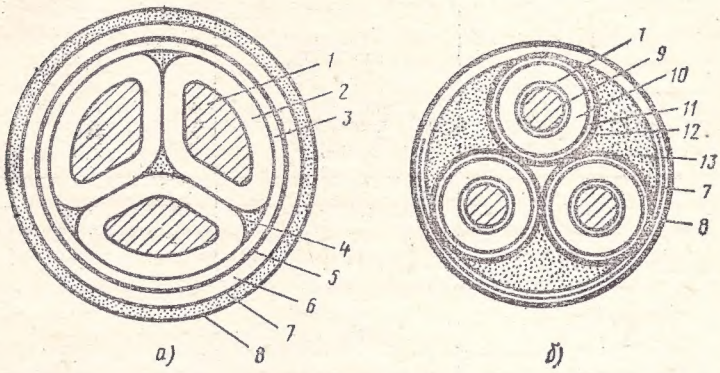



Рис. 1. Конструкции трехжильных электрических кабелей:
*а* — с поясной изоляцией, *б* — с отдельно освинцованными жилами; *1* — жила, *2* — изоляция жилы, *3* — поясная изоляция, *4* — межфазные заполнения, *5* — свинцовая и алюминиевая оболочка, *6* — подушка под броню, *7* — броня, *8* — наружный защитный покров, *9* — экран из полупроводящей бумаги, *10* — бумажная изоляция, *11* — экран из полупроводящей бумаги, *12* — свинцовая оболочка, *13* — джутовое заполнение

**Таблица 3. Конструкция жил кабелей для стационарной прокладки**

| Жилы | Сечение жил, мм² | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | однопроволочных | | многопроволочных | | |
| | класс I, круглые | класс II, фасонные | класс I, круглые | класс II | |
| | | | | круглые | фасонные |
| Алюминиевые | 1—240 | 25—240 | 70; 120; 150; 240—800 | 95; 185; 300—400*; 1000 | 70—240 |
| Медные | 1—50 | 25—50 | 120; 150; 240—800 | 16—95; 185; 300; 400*; 1000 | 25—300 |

* Для кабелей на напряжение 20 и 35 кВ.

**Изоляция.** Для изоляции токопроводящих жил применяют пропитанную кабельную бумагу, пластмассу и резину.

Для изоляции жил кабелей на напряжение до 35 кВ включительно выпускается кабельная бумага марок К-080, К-120, К-170

Таблица 4. **Толщина бумажного изоляционного слоя одно- и трехжильных кабелей с отдельными оболочками**

| Напряжение кабеля, кВ | Сечение жил, мм² | Номинальная толщина изоляции, мм |
|---|---|---|
| I | 10—95 | 1,2 |
| | 120 и 150 | 1,4 |
| | 185 и 240 | 1,6 |
| | 300 и 400 | 1,8 |
| | 500 и 625 | 2,1 |
| | 800 | 2,4 |
| 3 | 10—240 | 2,0 |
| | 300 и 400 | 2,2 |
| | 500 и 625 | 2,4 |
| 20 | 25—95 | 7,0 |
| | 120—400 | 6,0 |
| 35 | 120—300 | 9,0 |

(обычная); КМП-120, КМП-170 (многослойная упрочненная); КМ-120, КМ-170 (многослойная). Номинальная толщина изоляции одно- и трехжильных кабелей с отдельными оболочками приведена в табл. 4, а многожильных с поясной изоляцией — в табл. 5.

Для пропитки бумажной изоляции кабелей применяют составы МП-1 и МП-2. Пропитанную бумажную изоляцию, освобожденную

Таблица 5. **Толщина бумажного изоляционного слоя многожильных кабелей с поясной изоляцией**

| Напряжение, кВ | Сечение жил, мм² | Номинальная толщина изоляции, мм | |
|---|---|---|---|
| | | жил | поясной |
| 1 | 6—95 | 0,75 | 0,5 |
| | 120 и 150 | 0,85 | 0,6 |
| | 185 и 240 | 0,95 | 0,6 |
| 3 | 6—240 | 1,35 | 0,7 |
| 6 | 10—240 | 2,0 | 0,95 |
| 6 (обедненно-пропитанная изоляция) | 16—120 | 2,75 | 1,25 |
| 10 | 16—240 | 2,75 | 1,25 |

от избытка пропиточного состава, называют обедненной. Она предназначена для кабелей, прокладываемых на вертикальных и наклонных трассах. Кабели с обедненно-пропитанной изоляцией маркируют буквой В в конце марки кабеля, например СБ-В.

Кабели с бумажной изоляцией и нестекающим пропиточным составом применяют для вертикальных и крутонаклонных трасс и маркируют буквой Ц, стоящей впереди обозначения кабеля, например ЦСК. С целью снижения напряженности электрического поля в кабелях с бумажной изоляцией на напряжение 6 и 10 кВ на поясную изоляцию, 20 и 35 кВ на жилы и поверх изоляции накладывают экран из полупроводящей бумаги.

Пластмассовую изоляцию для силовых кабелей делают из полиэтилена или поливинилхлоридного пластиката. Полиэтилен (П) находит широкое применение для изоляции кабелей, так как обладает

Таблица 6. **Толщина пластмассовой изоляции**

| Номинальное напряжение, кВ | Сечение жилы, мм² | Номинальная толщина изоляции, мм | |
|---|---|---|---|
| | | из полиэтилена, самозатухающего полиэтилена, или поливинилхлоридного пластиката | из вулканизующегося полиэтилена |
| 0,66 | 1—2,5 | 0,6 | 0,7 |
| | 4 и 6 | 0,7 | 0,7 |
| | 10 и 16 | 0,9 | 0,7 |
| | 25 и 35 | 1,1 | 0,9 |
| | 50 | 1,3 | 1,0 |
| 1 | 1—2,5 | 0,8 | 0,7 |
| | 4—16 | 1,0 | 0,7 |
| | 25—35 | 1,2 | 0,9 |
| | 50 | 1,4 | 1,0 |
| | 70 | 1,4 | 1,1 |
| | 95 | 1,5 | 1,1 |
| | 120 | 1,5 | 1,2 |
| | 150 | 1,6 | 1,4 |
| | 185 | 1,7 | 1,6 |
| | 240 | 1,9 | 1,7 |
| 3 | 6—240 | 2,2 | 2 |
| 6 | 10—240 | 3 (для полиэтилена) 3,4 (для поливинилхлоридного пластиката) | 3 |

хорошими механическими свойствами, стойкостью к действию кислот, щелочей, влаги и имеет высокие электроизоляционные характеристики. Введением в полиэтилен специальных добавок достигается получение самозатухающего полиэтилена (Пс). Введением в полиэтилен добавок с последующей вулканизацией достигается значительное повышение температуры плавления и стойкости к растрескиванию. Вулканизующийся полиэтилен (Пв) незначительно деформируется при температуре 150 °С. Поливинилхлоридный пластикат (В) не распространяет горения и стоек к тепловому старению.

В кабелях с пластмассовой изоляцией на напряжения 6 и 10 кВ поверх поясной изоляции, а на напряжения 10—35 кВ поверх токопроводящих жил и изоляции накладывают электропроводящий экран. В кабелях с пластмассовой изоляцией и оболочкой поверх экрана по изоляции накладывают еще экран из медных или алюминиевых лент. Номинальная толщина пластмассовой изоляции приведена в табл. 6.

Резиновую изоляцию жил кабелей изготовляют из резиновых смесей различных рецептур, в которые входят натуральный или синтетический каучук и другие материалы. Она обладает повышенной гибкостью и практически полной негигроскопичностью. Номинальная толщина резиновой изоляции приведена в табл. 7.

Таблица 7. **Толщина резиновой изоляции**

| Номинальное сечение, мм² | Номинальная толщина изоляции, мм, при номинальном напряжении, В | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 660 переменного или 1000 постоянного тока | 3000 | 6000 | 10000 |
| 1 | 1,0 | — | — | — |
| 1,5 | 1,0 | 1,8 | — | — |
| 2,5; 4 | 1,0 | 1,8 | 3 | — |
| 6 | 1,0 | 2,0 | 3,2 | — |
| 10, 16 | 1,2 | 2,0 | 3,2 | — |
| 25, 35 | 1,4 | 2,2 | 3,2 | — |
| 50, 70 | 1,6 | 2,4 | 3,4 | — |
| 95, 120 | 1,8 | 2,6 | 3,4 | — |
| 150 | 2,0 | 2,8 | 3,6 | — |
| 185 | 2,2 | 3,0 | 3,6 | — |
| 240 | 2,4 | 3,2 | 3,8 | 5,0 |
| 300 | 2,6 | 3,4 | 3,8 | 5,0 |
| 400 | — | 3,6 | 4,0 | 5,0 |
| 500 | — | 3,8 | 4,0 | — |

**Герметичные оболочки.** В качестве материала для герметичных оболочек в кабелях с бумажной пропитанной изоляцией применяется

свинец и алюминий, для кабелей с пластмассовой изоляцией — поливинилхлорид и полиэтилен, для кабелей с резиновой изоляцией — свинец, поливинилхлорид и маслостойкая резина. Толщина пластмассовых оболочек приведена в табл. 8.

Защитные покровы предназначены для защиты кабелей от механических повреждений и коррозии. Они состоят из подушки, брони и наружного покрова.

Таблица 8. **Номинальная толщина поливинилхлоридных и полиэтиленовых оболочек кабелей**

| Диаметр кабеля под оболочкой, мм | Минимальная толщина оболочки, мм | | Диаметр кабеля под оболочкой, мм | Минимальная толщина оболочки, мм | |
|---|---|---|---|---|---|
| | для нормальных условий эксплуатации | для тяжелых условий эксплуатации | | для нормальных условий эксплуатации | для тяжелых условий эксплуатации |
| До 6 | 1,2 | — | Свыше 30 до 40 | 2,1 | 3,0 |
| Свыше 6 до 15 | 1,5 | — | » 40 » 50 | 2,3 | 4,0 |
| » 15 » 20 | 1,7 | 2,0 | » 50 » 60 | 2,5 | 4,5 |
| » 20 » 25 | 1,9 | 2,5 | » 60 | 3,0 | — |
| » 25 » 30 | 1,9 | 3,0 | | | |

Подушки состоят из битумного состава, крепированной бумаги, пропитанной кабельной пряжи и пластмассовых лент.

Усиленную подушку с применением дополнительной обмотки с двумя пластмассовыми лентами, обеспечивающую защиту от коррозии и блуждающих токов, маркируют буквой «л». Для повышения стойкости против коррозии подушку делают с двумя слоями пластмассовых лент (2л).

Для повышения коррозионно- и влагостойкости подушки поверх лент из ПВХ-пластиката (или другого равноценного материала) накладывают слой выпрессованного полиэтилена ПЭ- или ПВХ-пластиката. В маркировке этот тип подушки обозначают буквами «п» — ПЭ и «в» — ПВХ-пластикат.

Броня имеет следующие обозначения: броня из стальных лент — Б; броня из стальных оцинкованных плоских проволок — П; броня из стальных оцинкованных круглых проволок — К.

Элементы и обозначения наружного защитного покрова приведены в табл. 9.

**Пример маркировки кабеля.** ААБвГ — алюминиевая жила, алюминиевая оболочка, защитный покров БвГ — броня из стальных лент, подушка — «в», без наружного покрова.

Таблица 9. **Элементы и обозначения наружного защитного покрова кабелей**

| Элементы защитного покрова | Обозначение |
|---|---|
| 1. Битумный состав или битум, пропитанная кабельная пряжа или стеклянная пряжа из штапелированного волокна, битумный состав или битум, покрытие, предохраняющее витки кабеля от слипания | Без обозначения |
| 2. Негорючий состав, стеклянная пряжа из штапелированного волокна, негорючий состав, покрытие, предохраняющее витки кабеля от слипания | н |
| 3. Битумный состав, вязкий подклеивающий состав или битум, лента поливинилхлоридная, полиэтилентерефталатная, полиамидная или другая равноценная, выпрессованный полиэтиленовый защитный шланг | Шп |
| 4. Битумный состав, вязкий подклеивающий состав или битум, лента поливинилхлоридная, полиэтилентерефталатная, полиамидная или другая равноценная, выпрессованный поливинилхлоридный защитный шланг | Шв |
| 5. Без наружного покрова | Г |

В табл. 10, 11 и 12 приведены конструктивные характеристики наиболее часто применяемых кабелей с бумажной изоляцией и алюминиевой оболочкой на напряжения 1,6 и 10 кВ, а в табл. 13 — номинальное сечение нулевой жилы четырехжильных кабелей.

Таблица 10. **Характеристики трехжильных силовых кабелей с бумажной изоляцией марки ААБл на напряжение 1 кВ**

| Номинальное сечение, мм² | Диаметр по оболочке, мм | Толщина, мм | | | Наружный диаметр кабеля, мм | Расчетная масса кабеля, кг/км |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | подушки | брони из двух стальных лент | наружного покрова | | |
| 10 | 13,9 | 2,0 | 2×0,5 | 2,0 | 23,9 | 1071 |
| 16 | 15,9 | 2,0 | 2×0,5 | 2,0 | 25,9 | 1244 |
| 25 | 16,2 | 2,0 | 2×0,5 | 2,0 | 26,2 | 1294 |
| 35 | 18,0 | 2,0 | 2×0,5 | 2,0 | 28,0 | 1470 |
| 50 | 20,7 | 2,0 | 2×0,5 | 2,0 | 30,7 | 1756 |
| 70 | 24,8 | 2,0 | 2×0,5 | 2,0 | 34,8 | 2202 |
| 70 | 23,2 | 2,0 | 2×0,5 | 2,0 | 33,2 | 2079 |
| 95 | 28,2 | 2,0 | 2×0,5 | 2,0 | 38,2 | 2599 |
| 95 | 25,5 | 2,0 | 2×0,5 | 2,0 | 35,5 | 2398 |
| 120 | 31,8 | 2,0 | 2×0,5 | 2,0 | 41,8 | 3086 |
| 120 | 28,7 | 2,0 | 2×0,5 | 2,0 | 38,7 | 2828 |

*Продолжение табл. 10*

| Номинальное сечение, мм² | Диаметр по оболочке, мм | Толщина, мм | | | Наружный диаметр кабеля, мм | Расчетная масса кабеля, кг/км |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | подушки | брони из двух стальных лент | наружного покрова | | |
| 150 | 33,6 | 2,0 | 2×0,5 | 2,0 | 43,6 | 3515 |
| 150 | 31,1 | 2,0 | 2×0,5 | 2,0 | 41,1 | 3238 |
| 185 | 37,0 | 2,0 | 2×0,5 | 2,0 | 47,0 | 4065 |
| 185 | 34,3 | 2,0 | 2×0,5 | 2,0 | 44,3 | 3798 |
| 240 | 41,8 | 2,0 | 2×0,5 | 2,0 | 51,8 | 4895 |
| 240 | 38,2 | 2,0 | 2×0,5 | 2,0 | 48,2 | 4509 |

Примечание. В соответствии с ГОСТ 18410—73*, начиная с 70 до 240 мм² жилы кабелей должны выпускаться в одно- и многопроволочном исполнении.

Таблица 11. **Характеристики трехжильных силовых кабелей с бумажной изоляцией марки ААБв на напряжение 6 кВ**

| Номинальное сечение, мм² | Диаметр по оболочке, мм | Толщина, мм | | | Наружный диаметр кабеля, мм | Расчетная масса кабеля, кг/км |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | подушки | брони из двух стальных лент | наружного покрова | | |
| 10 | 20,6 | 2,9 | 2×0,5 | 2,0 | 32,4 | 1593 |
| 16 | 22,9 | 2,9 | 2×0,5 | 2,0 | 32,7 | 1823 |
| 25 | 22,9 | 2,9 | 2×0,5 | 2,0 | 32,7 | 1875 |
| 35 | 24,6 | 2,9 | 2×0,5 | 2,0 | 36,4 | 2074 |
| 50 | 27,2 | 2,9 | 2×0,5 | 2,0 | 39,0 | 2397 |
| 70 | 31,0 | 3,1 | 2×0,5 | 2,0 | 43,2 | 2860 |
| 70 | 29,4 | 2,9 | 2×0,5 | 2,0 | 41,4 | 2714 |
| 95 | 34,1 | 3,1 | 2×0,5 | 2,0 | 46,3 | 3358 |
| 95 | 31,7 | 3,1 | 2×0,5 | 2,0 | 43,9 | 3076 |
| 120 | 37,3 | 3,1 | 2×0,5 | 2,0 | 49,5 | 3839 |
| 120 | 34,0 | 3,1 | 2×0,5 | 2,0 | 46,2 | 3506 |
| 150 | 39,0 | 3,1 | 2×0,5 | 2,0 | 51,2 | 4204 |
| 150 | 36,6 | 3,1 | 2×0,5 | 2,0 | 48,8 | 3964 |
| 185 | 42,0 | 3,3 | 2×0,5 | 2,0 | 54,9 | 4768 |
| 185 | 39,6 | 3,1 | 2×0,5 | 2,0 | 51,8 | 4513 |
| 240 | 46,6 | 3,3 | 2×0,5 | 2,0 | 59,5 | 5610 |
| 240 | 43,2 | 3,3 | 2×0,5 | 2,0 | 46,1 | 5206 |

Примечание. В соответствии с ГОСТ 18410—73*, начиная с 70 до 240 мм ² жилы кабелей должны выпускаться в одно- и многопроволочном исполнении.

Таблица 12. **Характеристики трехжильных силовых кабелей с бумажной изоляцией марки ААБв на напряжение 10 кВ**

| Номинальное сечение, мм² | Диаметр по оболочке, мм | Толщина, мм | | | Наружный диаметр кабеля, мм | Расчетная масса кабеля, кг/км |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | подушки | брони из двух стальных лент | наружного покрова | | |
| 16 | 26,9 | 2,9 | 2×0,5 | 2,0 | 38,7 | 2208 |
| 25 | 26,9 | 2,9 | 2×0,5 | 2,0 | 38,7 | 2261 |

*Продолжение табл. 12*

| Номинальное сечение, мм² | Диаметр по оболочке, мм | Толщина, мм | | | Наружный диаметр кабеля, мм | Расчетная масса кабеля, кг/км |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | подушки | брони из двух стальных лент | наружного покрова | | |
| 35 | 28,6 | 2,9 | 2×0,5 | 2,0 | 40,4 | 2472 |
| 50 | 30,9 | 2,9 | 2×0,5 | 2,0 | 43,1 | 2782 |
| 70 | 34,7 | 2,9 | 2×0,5 | 2,0 | 46,9 | 3341 |
| 70 | 33,2 | 3,1 | 2×0,5 | 2,0 | 45,4 | 3181 |
| 95 | 38,1 | 3,1 | 2×0,5 | 2,0 | 50,3 | 3849 |
| 95 | 35,5 | 3,1 | 2×0,5 | 2,0 | 47,7 | 3551 |
| 120 | 41,3 | 3,3 | 2×0,5 | 2,0 | 54,2 | 4372 |
| 120 | 38,0 | 3,1 | 2×0,5 | 2,0 | 50,2 | 3984 |
| 150 | 43,0 | 3,3 | 2×0,5 | 2,0 | 55,9 | 4759 |
| 150 | 40,7 | 3,3 | 2×0,5 | 2,0 | 53,6 | 4515 |
| 185 | 46,0 | 3,3 | 2×0,5 | 2,0 | 58,9 | 5337 |
| 185 | 43,4 | 3,3 | 2×0,5 | 2,0 | 56,3 | 5017 |
| 240 | 50,6 | 3,3 | 2×0,5 | 2,0 | 64,1 | 6369 |
| 240 | 47,2 | 3,3 | 2×0,5 | 2,0 | 59,9 | 5791 |

Примечание. В соответствии с ГОСТ 18410—73*, начиная с 70 до 240 мм² жилы кабелей должны выпускаться в одно- и многопроволочном исполнении.

Таблица 13. **Номинальное сечение нулевой жилы четырехжильных кабелей**

| Основная жила, мм² | Заземляющая или нулевая жила, мм² | Основная жила, мм² | Заземляющая или нулевая жила, мм² |
|---|---|---|---|
| 1; 1,5 | 1,0 | 25, 35 | 16 |
| 2,5 | 1,5 | 50, 70 | 25 |
| 4 | 2,5 | 95, 120 | 35 |
| 6 | 4 | 150, 185 | 50 |
| 10 | 6 | 240 | 70 |
| 16 | 10 | 300 | 95 |

## § 3. Кабельные сооружения

К кабельным сооружениям относятся туннели, коллекторы, каналы, блоки, эстакады.

**Кабельные туннели.** Кабельный туннель — это подземное проходное замкнутое сооружение, специально предназначенное для размещения только кабельных линий. Высота кабельных туннелей, ширина проходов и расстояние между конструкциями и кабелями должны быть не менее приведенных в табл. 14.

Как правило, туннели сооружают из типовых стеновых блоков.

Различные конструкции туннелей приведены на рис. 2, а их сравнительные характеристики — в табл. 15.

Конструкции туннелей рассчитываются с учетом массы кабелей, грунта, дорожного покрытия и нагрузки от проходящего транспорта,

Таблица 14. Наименьшие расстояния для кабельных сооружений

| Расстояния | Минимальные габариты при прокладке, мм | |
|---|---|---|
| | в туннелях и кабельных помещениях | в кабельных каналах |
| По горизонтали в свету между конструкциями при двустороннем их расположении (ширина прохода) | 1000 | 300 при глубине до 0,6 м; 450 при глубине более 0,6 до 0,9 м; 600 при глубине более 0,9 м |
| По горизонтали в свету от конструкции до стены при одностороннем расположении (ширина прохода) | 900 | То же |
| По вертикали между горизонтальными конструкциями для силовых кабелей при напряжении: | | |
| до 1 кВ (сечением до 3×25 мм²) | 100 | 100 |
| до 10 кВ | 200 | 150 |
| 20—35 кВ | 250 | 200 |
| для контрольных кабелей и кабелей связи | 100 | 100 |
| Между опорными конструкциями (консолями) по длине сооружения | 800—1000 | 800—1000 |
| По вертикали и горизонтали в свету между одиночными силовыми кабелями напряжением до 35 кВ | Не менее диаметра кабеля | |
| По горизонтали между контрольными кабелями и кабелями связи | Не нормируется | |

Таблица 15. Сравнительные характеристики туннелей

| Конструкция туннеля | Максимальное количество кабелей, шт. | Внутренние размеры туннеля, м | | Количество кабелей на полке, шт. |
|---|---|---|---|---|
| | | ширина | высота | |
| Туннель с двусторонним расположением полок (см. рис. 2, *а*): | | | | |
| проходной | 42 | 1,68 | 2 | 3 |
| полупроходной | 30 | 1,68 | 1,45 | 3 |

*Продолжение табл. 15*

| Конструкция туннеля | Максимальное количество кабелей, шт. | Внутренние размеры туннеля, м | | Количество кабелей на полке, шт. |
|---|---|---|---|---|
| | | ширина | высота | |
| Туннель с односторонним расположением полок (см. рис. 2, *б*): | | | | |
| проходной . . . . . | 28 | 1,33 | 2 | 4 |
| полупроходной . . . . | 20 | 1,33 | 1,45 | 4 |
| Туннель с двусторонним расположением полок (см. рис. 2, *в*): | | | | |
| проходной . . . . . | 56 | 1,86 | 2 | 4 |
| полупроходной . . . . | 40 | 1,86 | 1,45 | 4 |
| Туннель с двусторонним расположением полок (см. рис. 2, *г*): | | | | |
| проходной . . . . . | 40 | 1,3 | 2,05 | 1 |
| полупроходной . . . . | 30 | 1,3 | 1,55 | 1 |

а также с учетом возможности дополнительной прокладки кабелей в размере не менее 10 %.

**Кабельные коллекторы.** Это подземные проходные замкнутые сооружения, предназначенные для общего размещения кабельных линий и водо-, тепло- и воздухопроводов. Коллекторы могут быть круглого и прямоугольного сечений.

Размещение кабелей и трубопроводов в общем коллекторе приведено на рис. 3. Размещение в коллекторах кабелей и трубопроводов при двухрядном их расположении производится следующим образом: с одной стороны прохода располагаются сверху кабели связи, под ними теплопроводы; с другой стороны прохода сверху располагаются кабельные линии, внизу водопроводы.

При однорядном расположении сверху должны располагаться кабельные линии, под ними кабели связи, под ними водо- и теплопроводы.

**Кабельные каналы.** Это подземные непроходные замкнутые сооружения, предназначенные для прокладки небольшого количества кабелей (до 20). Прокладка в каналах позволяет заменить действующий кабель без производства земляных работ, обеспечивает возможность осмотров и ремонта линий в процессе эксплуатации, а также надежную защиту кабелей от механических повреждений.

Общий вид и конструктивные размеры каналов приведены на рис. 4.

**Кабельные блоки.** Это подземные кабельные сооружения, выполненные из труб или бетонных панелей с каналами для кабелей и от-

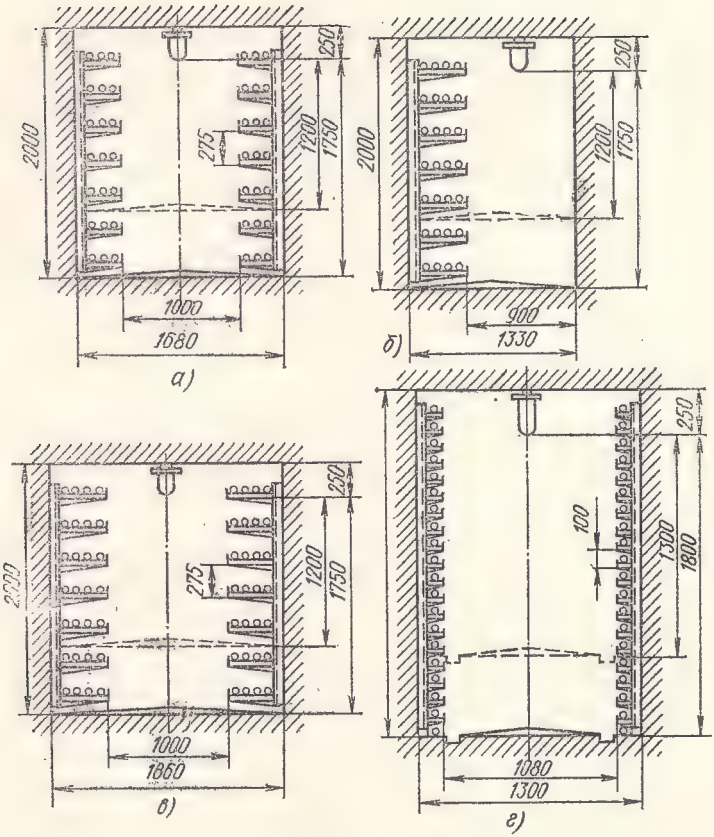



Рис. 2. Конструкции кабельных туннелей прямоугольного сечения проходного и полупроходного типов:

*а* — с двусторонним расположением полок на 42—30 кабелей, *б* — с односторонним расположением полок на 28—20 кабелей, *в* — с двусторонним расположением полок на 56—40 и 40—30 кабелей в зависимости от числа кабелей на полке; *г* — с двусторонним расположением полок на 40—30 кабелей с укладкой на полку по одному кабелю

носящимися к ним колодцами. Кабельные блоки обычно сооружают из асбестоцементных или металлических труб, в редких случаях из замкнутых бетонных блоков или составных бетонных блоков. Соединение труб между собой осуществляется муфтами. Конструкция и соединение блоков из асбестоцементных труб приведены на рис. 5.

В местах, где изменяется направление трассы или необходимо устанавливать соединительные муфты, сооружаются кабельные колодцы.

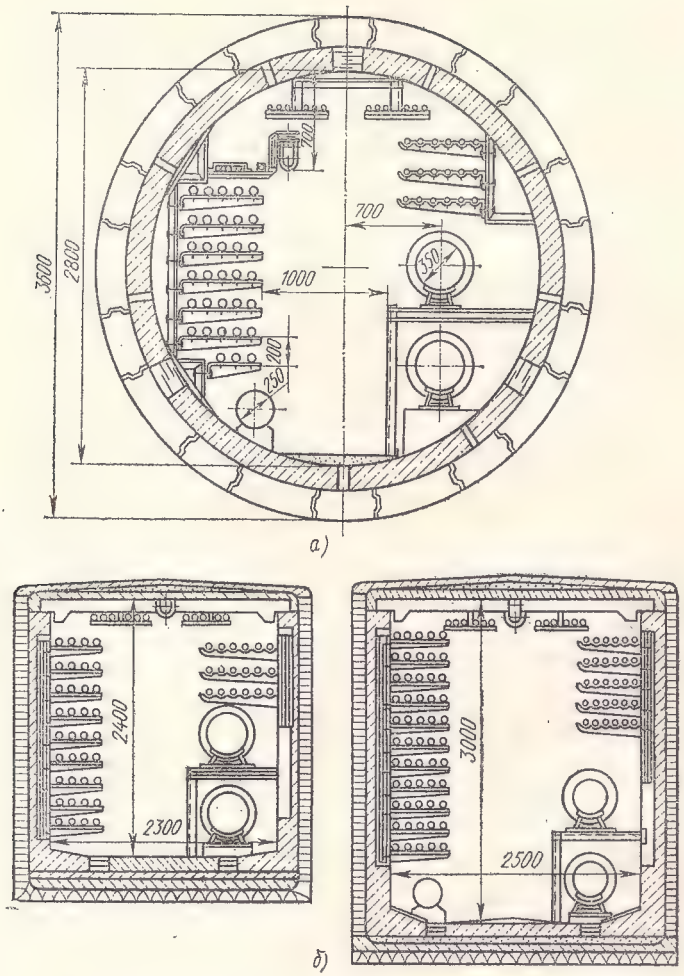



Рис. 3. Коллекторы для кабелей и трубопроводов:
*а* — круглого сечения, сооружаемого щитом, *б* — прямоугольного сечения, сооружаемого открытым способом

**Кабельные эстакады и галереи.** Это надземные или наземные, горизонтальные или наклонные протяженные кабельные сооружения. Кабельная эстакада имеет открытое исполнение, а галерея — закрытое полностью или частично (например, без боковых стен). При пересечении кабельных эстакад и галерей с другими сооружениями рас-

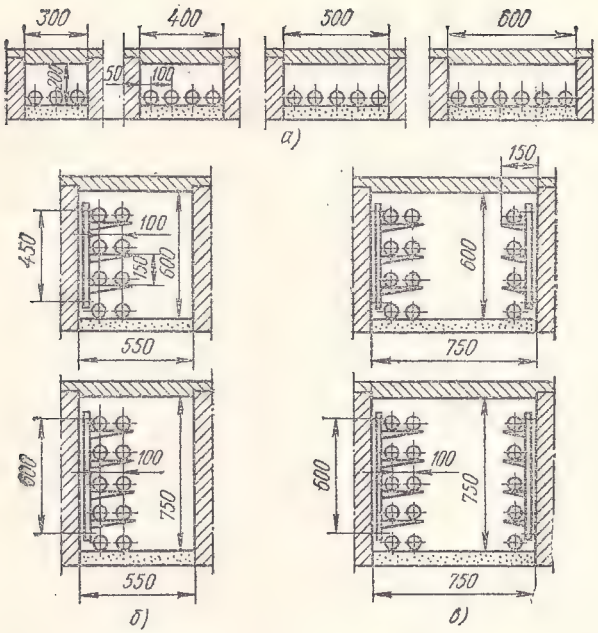



Рис. 4. Общий вид и конструктивные размеры кабельных каналов с учетом количества размещаемых в канале кабелей:

*а* — на 3, 4, 5 и 6 кабелей, размещаемых на дне канала, *б* — на 8 и 10 кабелей с односторонним расположением полок, *в* — на 12 и 15 кабелей с двусторонним расположением полок

стояния по вертикали от нижних элементов эстакад или галерей до пересекаемых сооружений принимают не менее, м:

| | |
|---|---|
| До головки рельса неэлектрифицированных железнодорожных путей . . . . . | 6 |
| До головки рельса электрифицированных железнодорожных путей . . . . . | 12 |
| До полотна автодороги . . . . . | 4,5 |
| До паропроводов и трубопроводов с горячей водой | 1 |
| До прочих трубопроводов, кроме трубопроводов с горючей жидкостью и маслопроводов . . . . | 0,5 |

Порядок размещения кабелей в специальных эстакадах и галереях не отличается от установленного в тоннелях. При прокладке кабелей на технологических эстакадах их размещают либо со стороны трубопроводов с негорючими веществами, либо ниже или выше трубопроводов в зависимости от плотности горючих газов или па-

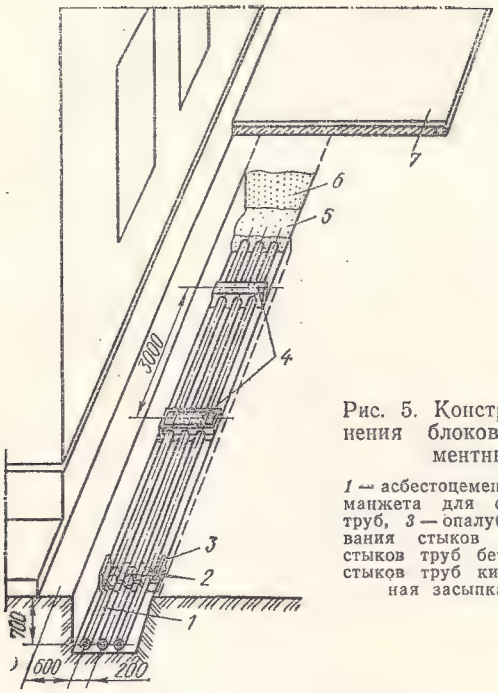



Рис. 5. Конструкции и соединения блоков из асбестоцементных труб:

*1* — асбестоцементная труба, *2* — манжета для соединения стыков труб, *3* — опалубка для бетонирования стыков труб, *4* — заделка стыков труб бетоном, *5* — заделка стыков труб кирпичом, *6* — песчаная засыпка, *7* — тротуар

ров (ниже при плотности менее 0,8 и выше при плотности более 0,8 по отношению к воздуху). Расстояние между параллельно проложенными кабелями и трубопроводами принимается не менее 0,5 м.

## § 4. Изделия для прокладки кабелей и проводов

**Сборные кабельные конструкции** предназначены для открытой прокладки силовых и контрольных кабелей в производственных помещениях, туннелях, каналах, кабельных полуэтажах и для установки лотков и коробов. Их комплектуют на месте монтажа из отдельных элементов — стоек, полок и др. Эти элементы изготовляют с лакокрасочным покрытием для эксплуатации их в нормальной среде и с цинковым покрытием — для эксплуатации в наружных установках и сырых помещениях.

**Кабельные стойки** (табл. 16) крепятся к строительным элементам болтами, дюбелями, приваркой к закладным деталям или пристрелкой (приварка оцинкованных конструкций не допускается).

**Полки** (рис. 7) для укладки кабелей (табл. 17) крепятся на стойках К1150—К1154.

Таблица 16. **Характеристика стоек сборных кабельных конструкций**

| Тип кабельных стоек | | Количество отверстий для установки полок | Высота $H$ (рис. 6), мм | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|
| окрашенных | оцинкованных | | | |
| К1150 | К1150ц | 8 | 400 | 0,60 |
| К1151 | К1151ц | 12 | 600 | 0,84 |
| К1152 | К1152ц | 16 | 800 | 1,04 |
| К1153 | К1153ц | 24 | 1200 | 1,67 |
| К1154 | К1154ц | 36 | 1800 | 2,57 |

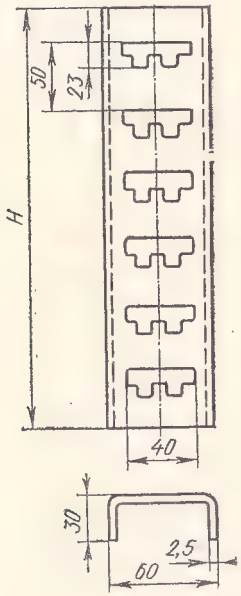



Рис. 6. Кабельная стойка

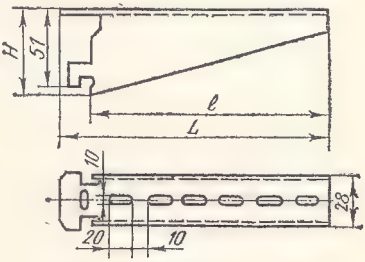



Рис. 7. Кабельная полка

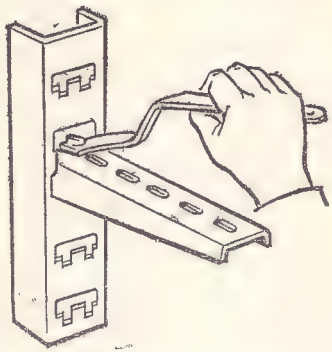


Рис. 8. Применение ключа К1156

Для закрепления полок к стойкам применяют ключи К1156 (рис. 8).

**Металлические лотки НЛ** предназначены для прокладки в них проводов и кабелей до 1000 В. В номенклатуру лотков входят готовые для сборки элементы, обеспечивающие создание трассы с необходимыми поворотами и разветвлениями в горизонтальной и вертикальной плоскостях. На рис. 9, *а, б* показаны секции прямых лотков, а в табл. 18 приведены их характеристики. Расстояние между

Таблица 17. **Характеристика полок сборных кабельных конструкций**

| Тип полок | | Нагрузка, Н | | Размеры (рис. 7), мм | | | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| окрашенных | оцинкованных | рабочая | предельно допустимая рабочая + масса человека | L | l | H | |
| К1160 | К1160ц | 175 | 975 | 177 | 160 | 51 | 0,20 |
| К1161 | К1161ц | 275 | 1075 | 267 | 250 | 61 | 0,37 |
| К1162 | К1162ц | 400 | 1200 | 367 | 350 | 63 | 0,51 |
| К1163 | К1163ц | 500 | 1300 | 467 | 450 | 73 | 0,91 |

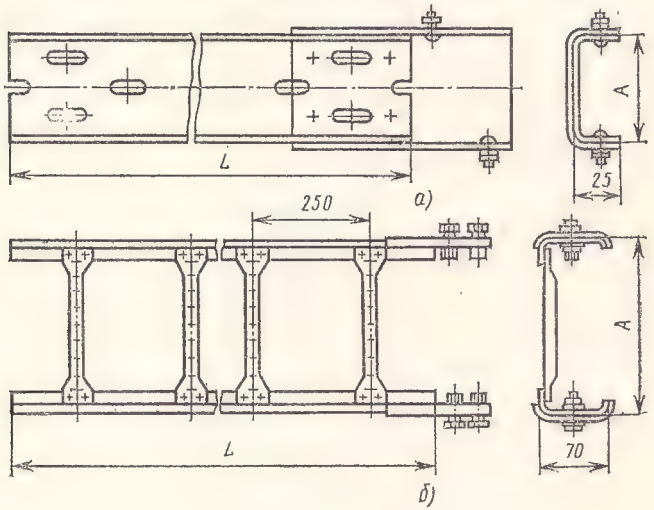



Рис. 9. Секции прямых лотков:
*а* — перфорированные, *б* — сварные

Таблица 18. **Характеристика лотков**

| Тип | A | L | Масса, кг |
|---|---|---|---|
| НЛ5-П2 | 50 | 2000 | 2,37 |
| НЛ5-П3 | | 3000 | 3,42 |
| НЛ10-П2 | 100 | 2000 | 3,47 |
| НЛ10-П3 | | 3000 | 5,46 |

*Продолжение табл. 18*

| Тип | *A* | *L* | Масса, кг |
|---|---|---|---|
| НЛ20-П2 | 200 | 2000 | 6,11 |
| НЛ20-П3 | | 3000 | 8,25 |
| НЛ40-П2 | 400 | 2000 | 7,40 |
| НЛ40-П3 | | 3000 | 10,70 |

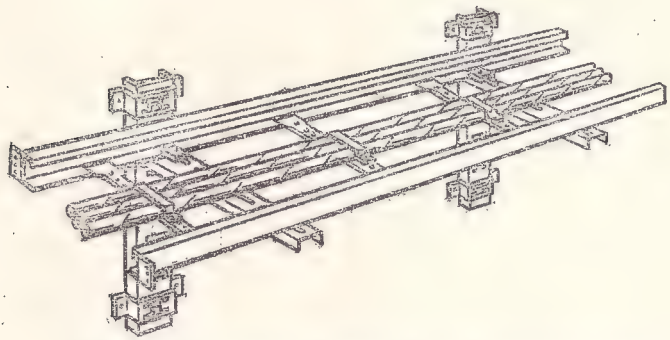


Рис. 10. Пример установки секций прямых лотков на сборных кабельных конструкциях

Таблица 19. **Характеристика коробов**

| Тип | Длина, мм | *B*, мм | *h*, мм | Масса, кг |
|---|---|---|---|---|
| | Секции прямые (рис. 11, *а*) | | | |
| У1079 | 2000 | 150 | 100 | 15,2 |
| У1080 | 3000 | 150 | 100 | 22,6 |
| У1098 | 2000 | 200 | 100 | 18,1 |
| У1090 | 3000 | 200 | 100 | 26,2 |
| У1105 | 2000 | 100 | 50 | 9,8 |
| У1106 | 3000 | 100 | 50 | 14,1 |
| | Секции крестообразные (рис. 11, *б*) | | | |
| У1085 | — | 150 | 100 | 7,2 |
| У1095 | — | 200 | 100 | 8,1 |
| У1111 | — | 100 | 50 | 4,2 |
| | Секции тройниковые (рис. 11, *в*) | | | |
| У1084 | — | 150 | 100 | 6,4 |
| У1094 | — | 200 | 100 | 7,8 |
| У1110 | — | 100 | 50 | 4,0 |

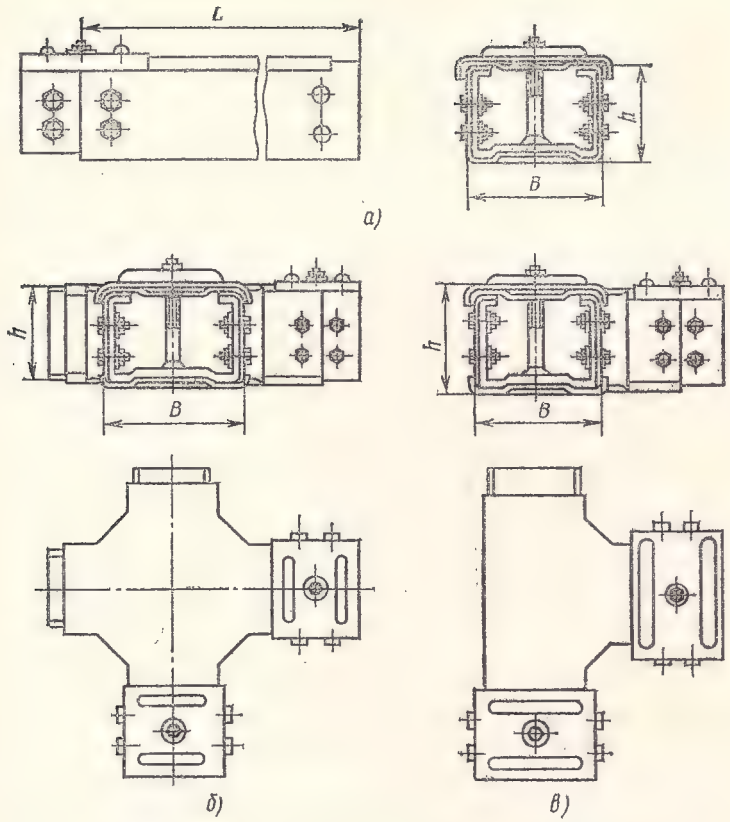



Рис. 11. Прямые (*а*), крестообразные (*б*) и тройниковые (*в*) короба

опорными конструкциями при горизонтальной прокладке не должно превышать 2 м. Пример установки секций прямых лотков НЛ приведен на рис. 10.

Кроме приведенных прямых секций в номенклатуру лотков входят: угловые секции; переходной соединитель (для перехода трассы с ширины 400 мм на 200 мм); шарнирный соединитель (для соединения в вертикальной плоскости под углом до 90°) и т. д.

**Металлические короба** предназначены для открытой прокладки в них проводов и кабелей до 1000 В. В номенклатуру коробов входят готовые для сборки элементы: прямые секции, угловые секции для поворота вверх и вниз, угловые горизонтальные секции, тройниковые, крестообразные и присоединительные секции и др. (рис. 11, табл. 19). Короба рассчитаны на укладку в них проводов и кабелей,

Таблица 20. **Размеры деревянных барабанов**

| Номер барабана | Диаметр, мм | | Длина шейки барабана $L$, мм | Диаметр осевого отверстия $d$, мм | Расчетная масса барабана с обшивкой, кг |
|---|---|---|---|---|---|
| | щеки $D$ | шейки $D_1$ | | | |
| 5 | 500 | 200 | 230 | 35 | 18 |
| 6 | 600 | 200 | 250 | 35 | 25 |
| 8 | 800 | 450 | 230 | 50 | 43 |
| 8а | 800 | 450 | 400 | 50 | 51 |
| 8б | 800 | 450 | 500 | 50 | 53 |
| 10 | 1000 | 545 | 500 | 50 | 56 |
| 12 | 1220 | 650 | 500 | 70 | 132 |
| 12а | 1220 | 650 | 710 | 70 | 151 |
| 14 | 1400 | 750 | 710 | 70 | 217 |
| 14а | 1400 | 900 | 500 | 70 | 200 |
| 14б | 1400 | 1000 | 600 | 70 | 234 |
| 16 | 1600 | 1200 | 600 | 70 | 308 |
| 17 | 1700 | 900 | 750 | 80 | 367 |
| 17а | 1700 | 900 | 900 | 80 | 390 |
| 18 | 1800 | 1120 | 900 | 80 | 535 |
| 18а | 1800 | 900 | 900 | 80 | 494 |
| 20 | 2000 | 1220 | 1000 | 80 | 763 |
| 20а | 2000 | 1000 | 1060 | 80 | 725 |
| 20б | 2000 | 1500 | 1000 | 80 | 941 |
| 22 | 2200 | 1320 | 1000 | 100 | 965 |
| 22а | 2200 | 1480 | 1050 | 100 | 1029 |
| 22б | 2200 | 1680 | 1100 | 100 | 1110 |
| 25 | 2500 | 1500 | 1300 | 120 | 1540 |
| 26 | 2650 | 1500 | 1500 | 120 | 1812 |
| 30 | 3000 | 1800 | 1800 | 150 | 2334 |

Примечания: 1. В последние годы широкое распространение получили металлические барабаны, которые выпускаются по нормативно-технической документации. 2. Номер барабана обозначает диаметр щеки в дециметрах.

допускающих радиус изгиба до 150 мм. Соединяются элементы коробов болтами, при этом между ними обеспечивается надежная электрическая цепь заземления.

## § 5. Упаковка и маркировка кабелей на барабанах

Кабель должен храниться намотанным на прочные деревянные закрытые обшивкой барабаны. Размеры этих барабанов (рис. 12) приведены в табл. 20.

На наружной щеке барабана, имеющей отверстие для нижнего конца кабеля, наносят: номер барабана, стрелку, указывающую направление вращения барабана, надписи «Катать по стрелке», «Не класть плашмя», «При разгрузке не сбрасывать».

На другой щеке барабана указывают товарный знак предприя-

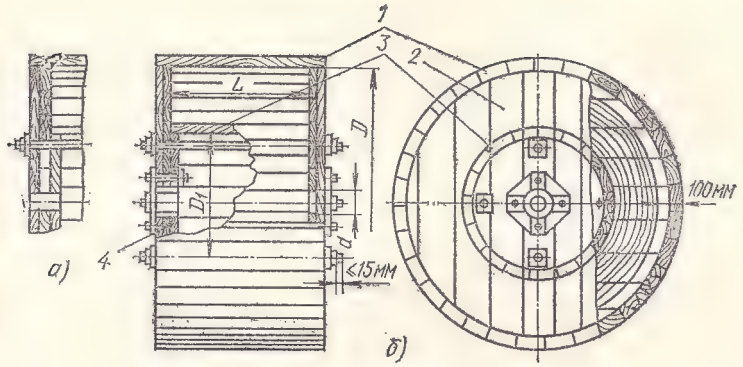



Рис. 12. Деревянный кабельный барабан:
*а* — без втулки, *б* — с втулкой; *1* — обшивка, *2* — щека, *3* — шейка, *4* — круг шейки

тия-изготовителя, марку, сечение и напряжение кабеля; длину в метрах; массу (брутто) в килограммах; дату изготовления.

Кабели при хранении должны быть защищены от механических воздействий, солнечных лучей, атмосферных осадков и агрессивных сред, вредно действующих на кабель.

Концы кабелей при хранении должны быть защищены от попадания влаги.

Хранить барабаны с кабелем на открытых площадках при отсутствии навеса можно не более одного года.

## § 6. Выбор кабелей

При выборе кабелей следует руководствоваться табл. 21.

Таблица 21. **Требования, предъявляемые к кабельным линиям**

| Кабели | Требования | Дополнения и пояснения |
|---|---|---|
| С алюминиевыми жилами и алюминиевой оболочкой | Применяются преимущественно для кабельных линий | Исключение составляют: вторичные цепи станций и подстанций, электрические сети зрелищных предприятий и взрывоопасных установок, где в ряде случаев требуется применение кабелей только с медными жилами |
| Бронированные | Применяются для кабельных линий, прокладываемых в земле и воде | Металлические оболочки должны иметь внешний покров для защиты от химических воздействий |

*Продолжение табл. 21*

| Кабели | Требования | Дополнения и пояснения |
|---|---|---|
| Небронированные | Допускается применять для прокладки в коллекторах, туннелях, каналах и в кабельных помещениях | Исключения составляют кабельные помещения крупных электрических станций и подстанций |
| | Допускается также прокладка в других помещениях на недоступной высоте (не менее 2 м) | На меньшей высоте прокладка допускается при условии защиты их от механических повреждений стальными трубами, коробами, угловой сталью и т. п. |
| Защитные покровы кабелей | При прокладке кабельных линий в кабельных сооружениях (помещениях), а также в производственных помещениях, бронированные кабели не должны иметь поверх брони, а небронированные кабели — поверх металлических оболочек защитных покровов из горючих материалов | При открытой прокладке вне зданий и под открытыми навесами по несгораемым поверхностям должны применяться кабели с наружным защитным покровом |
| Проложенные в помещениях с агрессивной средой | Применяются в поливинилхлоридной или другой химически стойкой оболочке | Выбор оболочки производится в зависимости от характера агрессивности среды |
| Проложенные в почвах | При наличии веществ, разрушительно действующих на оболочки кабелей (солончаки, болота, насыпной грунт со шлаком и строительным материалом и т. п.), должны применяться кабели со свинцовыми оболочками и усиленными защитными покровами типа Бл, Б2л или кабели с алюминиевыми оболочками и особо усиленными защитными покровами типа Бв, Бп | В местах пересечения кабельными линиями болот кабели должны также выбираться с учетом геологических, химических и механических условий |
| | При наличии смещений должны применяться кабели с проволочной броней или приниматься меры по устранению усилий, действующих на кабель | К принимаемым мерам можно отнести запас кабеля по длине, укрепление грунта шпунтами или сваями |

*Продолжение табл. 21*

| Кабели | Требования | Дополнения и пояснения |
|---|---|---|
| С бумажной обедненно-пропитанной изоляцией, или с изоляцией, пропитанной нестекающим составом | Применяются при прокладке кабельных линий напряжением до 35 кВ на вертикальных и наклонных участках трассы с разностью уровней, превышающей допустимую | С нормально пропитанной изоляцией допускается применять на указанных трассах кабели только со стопорными муфтами, которые препятствуют перемещению пропиточного состава бумажной изоляции вдоль кабеля |
| Четырехжильные | Применяются для прокладки в четырехпроводных сетях.<br>Прокладка нулевых жил отдельно от фазных не допускается | Допускается применение трехжильных силовых кабелей в алюминиевой оболочке на номинальное напряжение 1 кВ с использованием их оболочки в качестве нулевого провода (четвертой жилы) в четырехпроводных сетях переменного тока с глухозаземленной нейтралью * |

* Допущение не распространяется на установки с взрывоопасной средой или с током в нулевом проводе, превышающем при нормальных условиях эксплуатации 75 % тока в фазном проводе

## § 7. Электрические характеристики кабелей

**Электрическое сопротивление жил** кабеля постоянному току, пересчитанное на 1 мм² номинального сечения и 1 км длины при температуре +20 °С, должно быть не более указанного в табл. 22.

**Электрическое сопротивление изоляции** жил кабеля, пересчитанное на 1 км длины и температуру +20 °С, должно быть не менее указанного в табл. 23.

**Емкость кабельных линий.** Емкостные токи при однофазном замыкании на землю в системах с незаземленной нейтралью приведены в табл. 24.

Таблица 22. **Максимальное сопротивление жил кабеля**

| Кабели | Сопротивление жил, Ом | |
|---|---|---|
| | алюминиевых | медных |
| Одножильные | 29,11 | 17,76 |
| Многожильные | 29,4 | 17,93 |

Таблица 23. **Минимальное сопротивление изоляции жил кабеля, МОм**

| Напряжение кабеля, кВ | Изоляция жил | | | |
|---|---|---|---|---|
| | пропитанная бумага | полиэтилен | поливинилхлорид | резина |
| До 1 | 100 | 100 | 5 | 50 |
| 3 | 100 | 100 | 10 | 50 |
| 6 | 200 | 100 | — | 50 |
| 10 | 200 | — | — | 50 |
| 35 | 200 | — | — | — |

Таблица 24. **Емкостные токи кабельных линий при однофазном замыкании на землю в сети**

| Номинальное сечение кабеля, мм² | Емкостные токи, А/км, при номинальном напряжении кабеля, кВ | | | | Номинальное сечение кабеля, мм² | Емкостные токи, А/км, при номинальном напряжении кабеля, кВ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6 | 10 | 20 | 35 | | 6 | 10 | 20 | 35 |
| 10 | 0,30 | — | — | — | 95 | 0,75 | 1,02 | 3,1 | 4,2 |
| 16 | 0,35 | 0,51 | — | — | 120 | 0,90 | 1,10 | 3,5 | 4,5 |
| 25 | 0,45 | 0,59 | 1,9 | — | 150 | 1,10 | 1,30 | 3,7 | 4,8 |
| 35 | 0,52 | 0,70 | 2,2 | — | 185 | 1,20 | 1,40 | 4,0 | 5,1 |
| 50 | 0,60 | 0,75 | 2,5 | — | 240 | 1,30 | 1,60 | — | — |
| 70 | 0,73 | 0,75 | 2,8 | 3,8 | — | — | — | — | — |

## § 8. Присоединение кабелей к электротехническим устройствам

Минимальные расстояния между изолированной жилой, корпусом кабельной муфты (заделки) и металлическим корпусом комплектного устройства (КУ), а также между заделками, на уровне вы-

хода жил из заделки, по условиям удобства выполнения монтажных и ремонтных работ должны быть не менее 50 мм.

Рекомендуемое расстояние между осями заделок внутренней установки — 220 мм. При монтаже нескольких заделок в одном от-

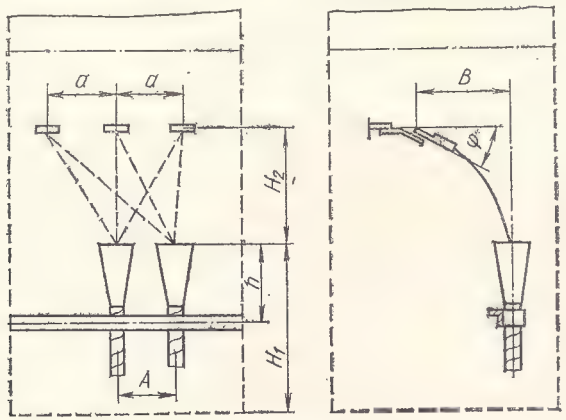



Рис. 13. Компоновка зоны размещения кабельной арматуры

секе подключения минимальное расстояние (в свету) между жилами разных фаз должно быть не менее 10 мм.

Прикосновения жил разных фаз не допускаются.

Рекомендуемое рабочее положение кабельных заделок или муфт — вертикальное, жилами вверх.

Длина жил кабелей при подключении должна быть: максимальная — 1000 мм; минимальная — для напряжения до 1 кВ — 150 мм, для напряжения до 6 кВ — 250 мм, для напряжения 10 кВ — 400 мм.

Допустимый расчетный радиус изгиба жил (в мм) для сечения кабелей (в мм²) составляет: 16—125; 25—160; 35—200; 50—200; 70—250; 95—250; 120—320; 150—320; 185—400; 240—400.

Наиболее распространенный вариант компоновки заделок кабелей на на-

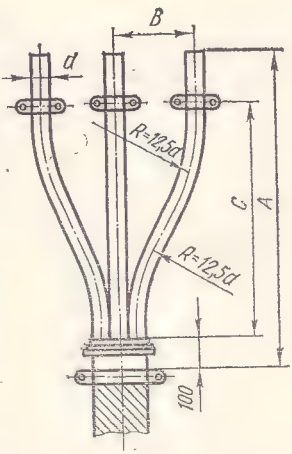



Рис. 14. Разделка конца кабеля с отдельными освинцованными жилами на напряжение 20—35 кВ

Таблица 25. **Габаритные размеры при подключении концевых заделок в КУ**

| Напряжение кВ | Сечение жил, мм² | Размеры (рис. 13), мм | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | φ° | *A* | *a* | $H_1$ | $H_2$ | *h* | *B* |
| До 1 | До 16 | 0 | 220 | 75 | 720 | 125 | 225 | 140 |
| | | 45 | 220 | 75 | 720 | 90 | 225 | 100 |
| | | 90 | 220 | 75 | 720 | 162 | 225 | 0 |
| | » 70 | 0 | 220 | 90 | 800 | 250 | 235 | 270 |
| | | 45 | 220 | 90 | 800 | 178 | 235 | 200 |
| | | 90 | 220 | 90 | 800 | 168 | 235 | 0 |
| | » 240 | 0 | 220 | 110 | 800 | 400 | 280 | 422 |
| | | 45 | 220 | 110 | 800 | 284 | 280 | 306 |
| | | 90 | 220 | 110 | 800 | 172 | 280 | 0 |
| До 10 | » 16 | 0 | 220 | 250 | 720 | 140 | 260 | 150 |
| | | 45 | 220 | 250 | 720 | 90 | 260 | 100 |
| | | 90 | 220 | 250 | 720 | 412 | 260 | 0 |
| | » 70 | 0 | 220 | 250 | 720 | 250 | 265 | 270 |
| | | 45 | 220 | 250 | 720 | 178 | 265 | 200 |
| | | 90 | 220 | 250 | 720 | 422 | 265 | 0 |
| | » 240 | 0 | 220 | 250 | 720 | 400 | 300 | 422 |
| | | 45 | 220 | 250 | 720 | 286 | 300 | 308 |
| | | 90 | 220 | 250 | 720 | 422 | 300 | 0 |

пряжение 6 и 10 кВ в КУ приведен на рис. 13; габаритные размеры при подключении даны в табл. 25.

Таблица 26. **Размеры разделки конца кабеля с бумажной изоляцией на напряжения 20 и 35 кВ для эпоксидных муфт**

| Сечение жил кабеля, мм² | Размер *C* при расстоянии между осями жил *B* (рис. 14)*, мм | | | | Допустимые радиусы изгиба жил ($R = 12{,}5d$) |
|---|---|---|---|---|---|
| | 400 | 600 | 800 | 1000 | |
| До 70 | 770 | 880 | 930 | 940 | 475 |
| 95 | 800 | 915 | 980 | 1000 | 500 |
| 120 | 825 | 950 | 1020 | 1045 | 525 |
| 150, 185** | 850 | 980 | 1060 | 1090 | 550 |

* Размер А выбирают с учетом местный условий.
** Только для кабелей 20 кВ.

Разделка конца кабеля с отдельными освинцованными жилами на напряжение 20—35 кВ приведена на рис. 14, а ее размеры — в табл. 26.

## ГЛАВА II

## ХАРАКТЕРИСТИКА КАБЕЛЕЙ И МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КАБЕЛЬНОЙ АРМАТУРЫ

### § 9. Общие сведения об электроизоляционных материалах

С помощью электроизоляционых материалов (диэлектриков) осуществляют изоляцию токопроводящих жил кабелей и кабельной арматуры. К ним относятся следующие материалы: волокнистые (бумага, картон, ткани, лакоткани), слюдяные и слоистые (миканит, микалента, слюдиниты, текстолит, гетинакс, стеклотекстолит), электрокерамические (электрофарфор, стеатит), жидкие диэлектрики (минеральные масла, синтенческие жидкости, растительные масла), заливочные и пропиточные электроизоляционные составы (компаунды), электроизоляционные лаки и эмали (масляные, кремнийорганические, глифталево-масляные и др.).

### § 10. Изоляционные и полупроводящие ленты

**Самосклеивающиеся изоляционные и полупроводящие ленты** (табл. 27) составляют особую группу материалов, применяемых при монтаже муфт кабелей с пластмассовой и бумажной изоляцией в качестве основной изоляции, адгезионной прослойки к металлам и пластмассам, полупроводящего экрана и герметизирующей подмотки. Подмотки, выполненные из этих лент с определенным натяжением, превращаются в монолитную изоляцию. Ленты ЛЭТСАР ЛПм и ЛЭТСАР ЛППм обладают маслостойкостью и предназначены для кабелей с бумажной изоляцией.

Ленты поставляются в полиэтиленовых герметичных (заваренных) пакетах намотанными на катушки. Для предохранения ленты от слипания между ее слоями проложена полиэтиленовая пленка. При выполнении подмоток из этой ленты указанный разделительный слой удаляется. Самосклеивающиеся ленты на основе кремнийорганической резины обладают высокой теплостойкостью, стойкостью к агрессивным средам и озоностойкостью.

**Изоляционные ленты** (табл. 28) пластмассовые липкие и нелипкие из маслобензостойкой резины, хлопчатобумажные пропитанные и непропитанные, применяют при монтаже муфт и заделок в качестве

Таблица 27. Самосклеивающиеся изоляционные и полупроводящие ленты

| Марка | Основа | Назначение | Рабочий диапазон температуры, °С | | Предел прочности на разрыв, МПа (кгс/см²) | Адгезия к полиэтилену и металлам, МПа (кгс/см²) | Относительное удлинение, %, не менее | Цвет | Размеры, мм | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | длительный | кратковременный | | | | | толщина | ширина |
| **Для кабелей с пластмассовой изоляцией** | | | | | | | | | | |
| СЭЛ А | Полиолефины | Адгезионная прослойка к металлу и полиэтилену | +70÷—50 | 120 | 0,098 (1) | 0,39 (4) | 200 | Черный | 1,0 | 15; 25 |
| ЛЭТСАР | Кремнийорганическая резина | Основная изоляция | +200÷—50 | 250 | 5 (50) | — | 350 | Красный | 0,2—0,5 | 26 |
| ЛЭТСАР | То же | Адгезионная прослойка | +180÷—50 | 250 | 0,8 (8) | 0,4 (4) | 300 | Красный | 0,6—0,9 | 15; 25 |
| ЛЭТСАР ЛПП | » | Полупроводящий экран | +180÷—40 | 250 | 0,98 (10) | 0,39 (4) | 600 | Черный | 0,6; 0,9 | 15; 25 |
| **Для кабелей с бумажной изоляцией** | | | | | | | | | | |
| ЛЭТСАР ЛПм | Кремнийорганическая резина | Адгезионная прослойка | +150÷—50 | 200 | 0,98 (10) | 0,49 (5) | 300 | Красный | 0,8 | 25 |
| ЛЭТСАР ЛППм | То же | Полупроводящий экран | +150÷—50 | 200 | 0,98 (10) | 0,29 (3) | 150 | Черный | 0,6—0,9 | 15; 25 |

Примечание. Лента ЛЭТСАР применяется для кабелей с бумажной и пластмассовой изоляцией; выпускается белого и красного цветов (Б и К). По профилю лента может быть прямоугольного (БП и КП) и фигурного (БФ и КФ) сечений.

Таблица 28. **Изоляционные ленты**

| Наименование и марка | Холодостойкость °С, не ниже | Нагревостойкость °С, не выше | Горючесть | Цвет | Размеры, мм | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | толщина | ширина |
| Поливинилхлоридная липкая ПВХ | —30 | 50 | Самозатухает | Преимущественно светло-синий | 0,2—0,45 | 15—50 |
| Поливинилхлоридная | —40 и —50 | 70 | То же | Неокрашенная или окрашенная в разные цвета | 0,55—0,9 | 13—50 |
| Полиэтиленовая липкая ПЛ (А) и ПЛ (Б) | —40 | 50 | Горит | То же | 0,11—0,13 | 30—50 |
| Резиновая маслобензостойкая | —30 | 50 | » | Преимущественно черный | 1 | 25; 35 |
| Лакотканевая ЛМХ-105 | — | 105 | » | Светло-коричневый | 0,15—0,30 | 25—30 |
| Из стеклянных нитей ЛЭС | — | — | Не горит | Белый | 0,10—0,20 | 10—50 |
| Хлопчатобумажная, киперная или тафтяная | — | — | Горит | То же | 0,12—0,45 | 10—40 |
| Смоляная | — | 40 | » | Черный | 0,6—1,0 | 30—75 |

герметизирующих изоляционных подмоток, а в некоторых конструкциях заделок — в качестве основной изоляции. Ленты из стеклянных нитей применяют при необходимости в подмотках повышенной теплостойкости. Непропитанные хлопчатобумажные ленты (киперная и тафтяная) применяют главным образом с промазкой каждого витка эпоксидным компаундом.

## § 11. Эпоксидные компаунды

Эпоксидные компаунды широко применяют для монтажа кабельной арматуры до 10 кВ. В заводских условиях в компаунд вводят наполнитель — пылевидный кварц, после чего смесь вакуумируют. Наполнитель вводят для повышения механической прочности, снижения коэффициента линейного расширения и удешевления компаунда. Компаунд тщательно перемешивают, с тем чтобы осевший на дно банки пылевидный кварц равномерно распределился по всему объему компаунда.

Отвердитель вводят в компаунд непосредственно на месте монтажа перед заливкой, и компаунд снова тщательно перемешивают. Компаунд с введенным отвердителем перед заливкой должен отстояться в течение 10—15 мин.

Компаунд для предотвращения образования воздушных включений (пузырьков) заливается в формы медленно с небольшой высоты непрерывной струей шириной 10—15 мм по лотку с переходом струи с лотка на стенку формы.

В табл. 29 приведены марки эпоксидных компаундов и отвердителей.

## § 12. Заливочные и пропиточные составы

Заливочные и пропиточные составы применяют для монтажа муфт и заделок кабелей с бумажной пропитанной изоляцией. Марки и область применения составов в зависимости от типа, напряжения кабельных муфт и температуры окружающего воздуха приведены в табл. 30. Составы поставляют на монтаж комплектно с муфтами в герметично запаянных или завальцованных чистых металлических банках, на которых обязательно должна быть этикетка с указанием марки состава и температуры разогрева.

Составы разогревают в палатке (тепляке), расположенной вблизи палатки (тепляка), в которой производится заливка муфт. Разогрев следует производить электричеством в специальном металлическом бачке, а при отсутствии источника электрической энергии можно применять для подогрева газовую горелку или угольную жаровню. Разогревать массу в заводской герметично закупоренной банке не разрешается, так как это может привести к взрыву. Температуру

Таблица 29. **Эпоксидные компаунды и отвердители для кабельных муфт и заделок**

| Компаунд | | Отвердитель для окружающей среды с температурой ниже 10 °С | | Отвердитель для окружающей среды с температурой выше 10 °С | |
|---|---|---|---|---|---|
| марка | состав (без наполнителя) | марка | количество мас. ч. на 100 мас. ч. компаунда без наполнителя | марка | количество мас. ч. на 100 мас. ч. компаунда без наполнителя |
| К-176 | Смола эпоксидная ЭД-20, пластификатор диоктилфталат | Диэтилентриамин ДЭТА,<br>или полиэтиленполиамин ПЭПА,<br>или УП-0633М | 8<br>8<br>18 | ПЭПА или<br>УП-0633М | 8<br>18 |
| К-115 | Смола эпоксидная ЭД-20, пластификатор МГФ-9 | ДЭТА, или ПЭПА,<br>или УП-0633М | 10<br>22 | ПЭПА или<br>УП-0633М | 10<br>22 |
| Э-2200 фирма «Хемапол» (ЧССР) | Эпоксидная диановая смола, пластификатор стирол | ДЭТА или ПЭПА | 8 | ДЭТА или ПЭПА | 8 |
| УП-5—199 | Смола эпоксидная ЭД-20, пластификаторы - диглицидилфталат и совол | УП-0636 и<br>УП-583 | 22<br>10 | УП-0636 | 25 |
| УП-5—199—1 | Смола эпоксидная ЭД-20, пластификаторы-диглицидилфталат и совол | УП-0633М и<br>УП-583 | 12<br>10 | УП-0633М | 18 |

Примечание. В качестве наполнителя всех компаундов применяется молотый пылевидный кварц КП-2 или КП-3 в количестве 100 мас. ч. на 100 мас. ч. компаунда

Таблица 30. Заливочные и пропиточные составы

| Наименование и марка | Область применения | Температура при заливке, °С |
|---|---|---|
| Маслоканифольный МП | Прошпарка разделанных концов кабелей 3—35 кВ в процессе монтажа муфт для удаления влаги и загрязнений и пополнение пропитывающего состава в изоляции кабеля | 120—130 |
| Битумный МБ-70/60 * | Заливка муфт и заделок кабелей до 10 кВ: соединительных муфт, монтируемых в земле; соединительных муфт и концевых заделок, монтируемых в неотапливаемых помещениях с температурой не ниже —10 °С, концевых муфт наружной установки в районах с температурой не ниже —10 °С | 160—170 |
| Битумный МБ-90/75 * | Заливка муфт и заделок кабелей до 10 кВ: соединительных муфт, монтируемых в земле, и концевых муфт наружной установки в районах с жарким климатом; соединительных муфт и концевых заделок, монтируемых внутри отапливаемых помещений | 180—190 |
| Маслобитумный морозостойкий МБМ | Заливка муфт и заделок кабелей до 10 кВ, монтируемых на открытом воздухе и в неотапливаемых помещениях при температуре окружающей среды до — 35 °С | 130—140 |
| Маслоканифольный МК-45 | Заливка соединительных, стопорных и концевых муфт внутренней установки кабелей 20 и 35 кВ | 130—140 |
| Канифольно-фурфурольный морозостойкий КФМ | Заливка муфт кабелей до 35 кВ, монтируемых на открытом воздухе и в неотапливаемых помещениях при температуре окружающей среды до —50 °С | 120 |

* У составов МБ-70/60 и МБ-90/75 в числителе указана температура каплепадения, в знаменателе — средняя температура размягчения.

разогрева массы необходимо тщательно контролировать термометром в металлической оправе. Недогрев составов до установленной температуры или их перегрев ведет к образованию пустот и трещин или к кристаллизации состава после заливки муфты.

Состав при разогревании нужно периодически перемешивать чистой сухой подогретой ложкой или металлической мешалкой.

Состав заливают в муфту в три, редко в четыре приема во избежание образования каверн и усадочных раковин.

В табл. 31 приведены основные характеристики заливочных составов.

Таблица 31. **Основные характеристики электроизоляционных заливочных масс**

| Марка | Составные части | Температура размягчения, °С | Хладостойкость, °С | Объемная усадка при охлаждении, % | Электрические характеристики | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | $\rho_v$, Ом·см | $E_{пр}$, кВ/мм |
| МК-45 | Канифоль, минеральное масло (автол или цилиндровое) | 45—48 | —8 | 6—7 | $10^{12}$—$10^{13}$ | 14—16 |
| МБ-70/60 | Битумы марок БН-V и БН-III | 70—73 | —10 | 8—9 | $10^{13}$—$10^{14}$ | 15—18 |
| МБ-90/75 | Битумы марок БН-V и БН-III-V или Г и БН-III | 90—92 | —10 | 8—9 | $10^{13}$—$10^{14}$ | 14—16 |
| МБМ | Битумы марок БН-V, БН-III и масло трансформаторное | 50—62 | —35 | 7—8 | $10^{13}$—$10^{14}$ | 15—17 |

## § 13. Монтажные комплекты роликов и рулонов из пропитанной кабельной бумаги

Бумажные пропитанные ролики, рулоны и бобины с хлопчатобумажной пряжей (комплекты) применяют для изолирования соединений жил кабелей с бумажной изоляцией 3—35 кВ и усиления изоляции в местах оконцеваний кабелей 20 и 35 кВ.

Выбор комплектов производится в соответствии с табл. 32.

Банка с комплектом на месте монтажа перед употреблением должна быть открыта и разогрета в специальном разогревателе с двойным дном и двойными стенками до температуры 70—80 °С. Комплекты не разрешается разогревать в герметичных заводских банках, так как это может привести к взрыву.

Разогретые ролики и рулоны перед употреблением должны быть проверены на отсутствие влаги путем погружения в разогретый до 150 °С парафин, при этом не должно быть потрескивания и выделения пены.

При обнаружении влаги комплект бракуют.

Ролики, рулоны и бобины с хлопчатобумажной пряжей следует доставать из банки только проволочным крючком.

Таблица 32. Комплекты бумажных роликов, рулонов и бобин хлопчатобумажной пряжи

| № комплекта | Применение комплекта для монтажа муфт | Число роликов и рулонов шириной, мм | | | | | | | | | Число бобин хлопчатобумажной пряжи, шт. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 5 | 10 | 25 | 50 | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 и более | |
| 1 | Соединительных чугунных СЧм-40, СЧм-50, СЧм-60 и СЧм-70; ответвительных ОЧ-40, ОЧ-50, ОЧ-60, ОЧ-70 | 6 | 12 | 3 | — | — | — | — | — | — | 1 |
| 2 | Соединительных СС-60,СС-70, СС-80 и СС-90 | 7 | 12 | — | 1 | — | — | 4 | — | — | 1 |
| 3 | Соединительных СС-100 и СС-110 | 10 | 20 | — | 1 | — | — | — | 4 | — | 1 |
| 4 | Трех соединительных однофазных СЛО-20 и ССО-20 или трех стопорных однофазных СтЭО-20 | 30 | 75 | — | — | — | — | — | — | 3* | 6 |
| 5 | Трех соединительных однофазных СЛО-35 и ССО-35 или трех стопорных однофазных СтЭО-35 | 30 | 90 | — | — | — | — | — | — | 3** | 6 |
| 6 | Трех соединительных однофазных СЛОв-35 | 30 | 90 | — | — | — | — | — | — | 3** | 6 |
| 7 | Трех концевых однофазных КНО-20 | — | — | — | — | — | — | — | 6 | — | 2 |
| 8 | То же, но КНО-35 | — | — | — | — | — | — | — | — | 7 | 2 |
| 9 | Соединительных трехфазных СС для соединения жил разного сечения на 6—10 кВ *** | 6 | 5 | 24 | 2 | — | — | — | — | — | 1 |

* Рулоны трапецеидальные размером 520×320 мм.
** Рулоны трапецеидальные размером 620×380 мм. Остальные рулоны имеют цилиндрическую форму.
*** Комплект № 9 предназначен также для ремонта трехфазных соединительных муфт кабелей на 6—10 кВ.

Таблица 33. **Электроизоляционные лаки**

| Наименование и марка | Основные свойства | Растворители | Область применения |
|---|---|---|---|
| Масляно-битумный пропиточный черный лак воздушной сушки немаслостойкий 317 | Влагостойкий, высыхает при 20 °С в течение 12 ч | Уайт-спирит, толуол, бензол | Для покрытия заделок и жил кабелей напряжением до 10 кВ, монтируемых в помещениях * |
| Глифталево-масляный пропиточный светло-коричневый лак воздушной сушки (в смеси с цапон-лаком № 951) ГФ-95 | При добавлении равного количества лака № 951 высыхает за 1 ч при температуре 18 °С. Пленка механически прочная, тепломасловлагодугоустойчивая, твердая, светлая, прозрачная | Смесь уайт-спирита с сольвентом или толуолом (1 : 1), ксилол | Для сухих заделок кабеля напряжением до 10 кВ, выполняемых с использованием хлопчатобумажных и им подобных лент, при подмотке изоляции жил, выходящих из стальных концевых воронок |
| Цапон-лак бесцветный быстрой воздушной сушки 951 | Высыхает при 15—20 °С за 20 мин. Пленка прозрачная, очень тонкая, эластичная | Растворитель № 646 | В смеси 1 : 1 с лаком ГФ-95 для покрытия жил в кабельных заделках напряжением до 1000 В |

* Для заделок КВБ поставляется битумный лак БТ-577

## § 14. Электроизоляционные лаки

Лаки представляют собой растворы пленкообразующих веществ: смол, битумов, высыхающих масел (льняное, тунговое и др.) в органических растворителях.

В процессе сушки из лака испаряются растворители, а в лаковой основе происходят физико-химические процессы, приводящие к образованию лаковой пленки.

В табл. 33 приведены основные лаки, применяемые для монтажа кабельной арматуры.

## § 15. Материалы для пайки

Соединение металлических оболочек кабелей со свинцовыми и латунными муфтами, а также заземление металлических оболочек, экранов и брони кабелей выполняют пайкой припоями. Сведения о припоях приведены в табл. 34.

Таблица 34. **Припои для пайки и лужения**

| Марка | Температура плавления, °С | | Плотность, г/см³ | Химический состав, % | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | начальная | конечная | | олово | сурьма | медь | цинк | свинец |
| ПОС 40 | 183 | 238 | 9,3 | 39—41 | — | — | — | Остальное |
| ПОССу 30-0,5 | 183 | 255 | 8,7 | 29—31 | 0,05—0,5 | — | — | То же |
| ПОССу 30-2 | 185 | 250 | 9,6 | 29—31 | 1,2—2 | — | — | » |
| ПОССу 40-0,5 | 183 | 216 | 9,3 | 39—41 | 0,05—0,5 | — | — | » |
| ПОССу 40-2 | 185 | 229 | 9,2 | 39—41 | 1,5—2 | — | — | » |
| А | 400 | 450 | 7,2 | 38,6—42,1 | — | 1,5—2 | 56—59 | — |

Примечание. В таблице приведены основные компоненты (без примесей).

Оловянно-свинцовые припои выпускаются в чушках или в виде следующих изделий: круглой проволоки диаметром 0,5—7 мм, круглых прутков диаметром 8—15 мм, трехгранных прутков с размерами сторон 10—16 мм, квадратных прутков с размером сторон 5—15 мм, лент и трубок. Припои в виде трубок поставляют наполненными внутри паяльным флюсом (канифолью А).

Для пайки медных экранов рекомендуется применять припои в виде наполненных трубок или круглой проволоки. Для пайки заземления брони и свинцовой оболочки, а также припайки свинцовой оболочки к муфтам рекомендуется применять припои в прутках любой формы. Лужение алюминиевых оболочек и алюминиевых жил кабелей выполняют припоем А. Лужение и пайку свинцовых и стальных оболочек, медных жил и стальной брони выполняют преимущественно оловянно-свинцовыми припоями ПОССу 30-0,5 и ПОССу 30-2 с меньшим содержанием олова. При лужении и пайке применяют флюсы, предназначенные для растворения оксидов (табл. 35).

Таблица 35. **Флюсы для пайки**

| Наименование и марка | Температура размягчения, °С | Температурный интервал флюсирующего действия, °С | Внешний вид |
|---|---|---|---|
| Паяльный жир | 70 | 180—600 | Однородная твердая масса желто-серого цвета |
| Канифоль сосновая А или В | 54—73 | 225—300 | Стекловидная желтая масса |
| Раствор канифоли в этиловом спирте $КС_п$ | — | 225—300 | Жидкость от желтого до светло-коричневого цвета |
| Кислота стеариновая техническая | 53—65 | 185—240 | Чешуйчатая белая со слегка желтоватым оттенком масса или порошок |

Наиболее часто применяют паяльный жир, состоящий по массе из 30 ч. сосновой канифоли, 30 ч. кислоты стеариновой, 10 ч. дистиллированной воды, 25 ч. хлористого цинка и 5 ч. хлористого аммония; применяется при лужении и пайке алюминиевых жил и оболочек, а также при пайке медного провода заземления к стальной броне кабеля.

При пайке свинцовых оболочек и муфт применяют стеариновую кислоту, а при пайке медных жил кабелей — сосновую канифоль А или эстракционную канифоль В. Для пайки медных экранов и медных жил особо ответственного назначения применяют флюс $КС_п$, состоящий из 10—40 мас. ч. канифоли на 60—90 мас. ч. спирта.

## § 16. Разные материалы, применяемые для монтажа кабельной арматуры

Клей ПЭД-Б применяют для обеспечения адгезии эпоксидного компаунда к поливинилхлориду.

Состав клея (мас. ч.) следующий:

| | |
|---|---|
| перхлорвиниловая смола | 15 |
| эпоксидная смола марки ЭД-25 | 13 |
| или эпоксидный компаунд Э-2200 | |
| метиленхлорид | 90 |
| циклогексанон | 19 |

Перед употреблением к клею добавляют отвердитель — полиэтиленполиамин или диэтилентриамин и тщательно перемешивают. На 100 ч. клея (готовой композиции) добавляют 1,5—2 ч. отвердителя. Клей наносят на поверхность поливинилхлорида кисточкой и до заливки эпоксидного компаунда он должен высохнуть.

**Лак КО-916** применяют в качестве адгезионной прослойки между самосклеивающимися изоляционными или полупроводящими лентами и металлом или пластмассой; он является заменителем адгезионной самосклеивающейся ленты А (см. табл. 27).

Лак наносят на обрабатываемую поверхность тонким слоем с помощью кисточки. Перед намоткой самосклеивающихся лент он должен высохнуть.

Наряду с лаком КО-916 может быть применен лак КО-916к, для которого вместо этилцеллозольва в качестве растворителя и разбавителя служит ксилол.

**Парафин** применяют для определения отсутствия влаги в бумажной изоляции кабеля. Это бесцветный, без запаха, несколько жирный на ощупь материал с температурой плавления 49—54 °С.

**Термоусаживаемые трубки** применяют для изолирования мест соединения жил и для герметизации жил в концевых заделках кабелей с пластмассовой изоляцией до 35 кВ, а также в качестве оболочек в соединительных муфтах.

Трубки выпускают следующих марок:

ТТЭ-С — трубки термоусаживаемые электроизоляционные из стабилизированного полиэтилена;

ТТЭ-Т — то же, из термостабилизированного полиэтилена;

ТТШ — трубки термоусаживаемые из шлангового полиэтилена;

ТТВ — трубки термоусаживаемые из поливинилхлорида.

Трубки ТТЭ-С и ТТЭ-Т делают красного, зеленого, синего, черного и натурального цветов и обозначают в марке соответственно буквами К, З, С, Ч и Н. Трубки ТТШ изготовляют только черными. Трубки ТТВ изготовляют красного, зеленого, синего, черного, белого и желтого цветов.

Усадка трубок происходит в результате их нагрева до 130—180 °С и последующего остывания. В результате этого при свободной усадке диаметр трубки уменьшается в 2—3 раза в зависимости от исходного материала трубки. Для обеспечения плотности обжатия изолируемого элемента муфты применяют трубки, у которых

диаметры после свободной усадки на 10—20 % меньше изолируемого элемента.

Нагревание и усадку трубки рекомендуется проводить, используя для этого направленные потоки горячего воздуха или быстро перемещающееся пламя газовой горелки или паяльной лампы.

Размеры трубок из полиэтилена и поливинилхлорида приведены в табл. 36 и 37.

Таблица 36. **Размеры термоусаживаемых полиэтиленовых трубок**

| Марка | Внутренний диаметр, мм | | Толщина стенки после усадки в свободном состоянии, мм |
|---|---|---|---|
| | во время поставки | в свободном состоянии после усадки | |
| ТТЭ-С | 12—18÷20—30 | 6—10 | 1±0,1 |
| ТТЭ-Т | 24 | 12 | 1±0,1 |
| | 28 | 14 | 1,5±0,1 |
| | 32 | 16 | 1,5±0,1 |
| | 36 | 18 | 1,5±0,1 |
| ТТЭ-С | 40 | 20 | 2±0,2 |
| | 50 | 25 | 2±0,2 |
| ТТЭ-Т | 60 | 30 | 2±0,2 |
| ТТШ | 70 | 35 | 2±0,2 |
| | 80 | 40 | 2±0,2 |
| | 90 | 45 | 2±0,2 |
| | 100 | 50 | 2±0,2 |
| | 110 | 55 | 2±0,2 |

Примечания: 1. Хладостойкость усаживаемых трубок составляет —60 °С. 2. Нагревостойкость усаживаемых трубок составляет для ТТЭ-С—110 °С, ТТЭ-Т—150 °С и ТТШ—70 °С.

Таблица 37. **Размеры термоусаживаемых поливинилхлоридных трубок ТТВ**

| Внутренний диаметр трубки, мм | | Толщина стенки после усадки в свободном состоянии, мм | Внутренний диаметр трубки, мм | | Толщина стенки после усадки в свободном состоянии, мм |
|---|---|---|---|---|---|
| во время поставки | в свободном состоянии после усадки | | во время поставки | в свободном состоянии после усадки | |
| 12 | 6 | 1,0±0,1 | 50 | 25 | 2,0±0,2 |
| 14 | 7 | 1,0±0,1 | 60 | 30 | 2,0±0,2 |
| 16 | 8 | 1,0±0,1 | 70 | 35 | 2,3±0,2 |
| 18 | 9 | 1,0±0,1 | 80 | 40 | 2,3±0,2 |
| 20 | 10 | 1,5±0,1 | 90 | 45 | 2,3±0,2 |
| 24 | 12 | 1,5±0,1 | 100 | 50 | 2,3±0,2 |
| 28 | 14 | 1,8±0,1 | 120 | 60 | 2,5±0,2 |
| 32 | 16 | 1,8±0,1 | 140 | 70 | 3,0±0,2 |
| 36 | 18 | 1,8±0,1 | 160 | 80 | 3,0±0,2 |
| 40 | 20 | 2,0±0,2 | | | |

Примечание. Трубки устойчивы к воздействию температуры окружающей среды в пределах от —50 до +60 °С.

**Поливинилхлоридные трубки и асбестовые шнуры.** Характеристики поливинилхлоридных трубок и асбестовых шнуров приведены в табл. 38, 39.

Таблица 38. **Поливинилхлоридные трубки**

| Внутренний диаметр, мм | Толщина стенки, мм | Длина, м, не менее | Внутренний диаметр, мм | Толщина стенки, мм | Длина, м, не менее |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0,3—0,5 | 5 | 8 | 0,5—0,7 | 2 |
| 1,5 | 0,3—0,5 | 5 | 9 | 0,5—0,7 | 2 |
| 2 | 0,3—0,5 | 5 | 10 | 0,6—0,8 | 2 |
| 2 | 0,9—1,1 | 5 | 12 | 0,6—0,8 | 2 |
| 2,5 | 0,3—0,5 | 5 | 14 | 0,6—0,8 | 2 |
| 3 | 0,3—0,5 | 5 | 16 | 0,8—1,0 | 2 |
| 3 | 0,9—1,1 | 5 | 18 | 0,8—1,0 | 2 |
| 3,5 | 0,3—0,5 | 5 | 20 | 1,0—1,3 | 2 |
| 4 | 0,5—0,7 | 5 | 25 | 1,0—1,3 | 2 |
| 4 | 1,0—1,4 | 5 | 30 | 1,3—1,5 | 2 |
| 4,5 | 0,5—0,7 | 5 | 34 | 1,3—1,5 | 2 |
| 5 | 0,5—0,7 | 5 | 36 | 1,3—1,5 | 2 |
| 6 | 0,5—0,7 | 5 | 40 | 1,5—2,0 | 2 |
| 7 | 0,5—0,7 | 2 | | | |

Таблица 39. **Асбестовые шнуры**

| Диаметр шнура, мм | Масса 1 м сухого шнура не более, г | Диаметр шнура, мм | Масса 1 м сухого шнура, не более, г |
|---|---|---|---|
| 3 | 10 | 13 | 125 |
| 4 | 15 | 16 | 175 |
| 5 | 20 | 19 | 260 |
| 6 | 35 | 22 | 290 |
| 8 | 60 | 25 | 380 |
| 10 | 90 | | |

## § 17. Силовые и контрольные кабели

Таблица 40. Кабели с пропитанной бумажной изоляцией и алюминиевой оболочкой

| Марка кабеля | Количество жил | Номинальное сечение жил, мм², при номинальном напряжении кабеля, кВ | | | | Назначение |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 3 | 6 | 10 | |
| ААГ | 3<br>4 | 6—240<br>10—185 | 6—240<br>— | 10—240<br>— | 16—240<br>— | Прокладка внутри помещений, в туннелях, каналах, при отсутствии механических воздействий на кабель, в среде, нейтральной по отношению к алюминию |
| ААШп | 3<br>4 | 6—240<br>10—185 | 6—240<br>— | 10—240<br>— | 16—240<br>— | Прокладка в земле с низкой, средней и высокой коррозионной активностью; при наличии незначительных растягивающих усилий |
| ААШв | 3<br>4 | 6—240<br>10—185 | 6—240<br>— | 10—240<br>— | 16—240<br>— | Прокладка в земле с низкой, средней и высокой коррозионной активностью, внутри помещений, в туннелях, каналах, коллекторах и др.; при наличии незначительных растяжений |
| ААБл, ААБ2лШв, ААБ2лШп, ААБлГ, ААБ2л | 3<br>4 | 6—240<br>10—185 | 6—240<br>— | 10—240<br>— | 16—240<br>— | Прокладка в земле с низкой, средней и высокой коррозионной активностью ААБлГ — внутри помещений, в туннелях, каналах, коллекторах и др.; при наличии незначительных растягивающих усилий |
| ААПл, ААП2лШв, ААП2л, ААПлГ, ААП2лГ | 3<br>4 | 25—240<br>16—185 | 25—240<br>— | 16—240<br>— | 16—240<br>— | Прокладка в земле с низкой, средней и высокой коррозионной активностью ААПлГ и ААП2лГ — внутри помещений, в туннелях, каналах, коллекторах и др.; при наличии значительных растягивающих усилий |
| ААБв, ААБвГ | 3 | — | — | 10—240 | 16—240 | ААБв — прокладка в земле с низкой и средней коррозионной активностью, ААБвГ — внутри помещений, в туннелях, каналах, коллекторах и др.; при наличии незначительных растягивающих усилий |

Примечания: 1. Кабели могут быть изготовлены с обедненно-пропитанной изоляцией; при этом в обозначение марки добавляются дефис и буква Б, а номинальные сечения этих кабелей будут отличаться от приведенных в этой таблице. 2. Для кабелей с однопроволочными жилами в обозначение марки добавляются в скобках буквы ОЖ.

Таблица 41. **Характеристика кабелей с пропитанной бумажной изоляцией и свинцовой оболочкой***

| Марка кабеля** | | Количество жил | Номинальное сечение жил, мм², при номинальном напряжении, кВ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| с алюминиевой жилой | с медной жилой | | 1 | 3 | 6 | 10 | 20 | 35 |
| АСГ | СГ | 3 | 6—240 | 6—240 | 10—240 | 16—240 | — | — |
| | | 4 | 10—185 | — | — | — | — | — |
| АСШв | — | 3 | 6—240 | 6—240 | 10—240 | 16—240 | — | — |
| | | 4 | 10—185 | — | — | — | — | — |
| — | СШв, | 3 | 16—240 | — | 10—240 | 16—240 | — | — |
| — | СБШв | 4 | 10—185 | — | — | — | — | — |
| АСБ, | СБ, | 3 | 6—240 | 6—240 | 10—240 | 16—240 | — | — |
| АСБл<br>АСБ2л,<br>АСБн,<br>АСБлн,<br>АСБГ | СБл,<br>СБ2л<br>СБн<br>СБлн<br>СБГ | 4 | 10—185 | — | — | — | — | — |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| АСБ2лГ, АСБ2лШв | СБ2лГ, СБ2лШв | 3 | 6—240 | 6—240 | 10—240 | 16—240 | — | — |
| — | СПШв | 3 | 25—240 | — | 16—240 | 16—240 | — | — |
| | | 4 | 16—185 | — | — | — | — | — |
| АСП, | СП, | 3 | 25—240 | 25—240 | 16—240 | 16—240 | — | — |
| АСПл АСП2л АСПлн, АСПГ | СПл, СП2л СПлн СПГ | 4 | 16—185 | — | — | — | — | — |
| АСП2лГ | СП2лГ | 3 | 25—240 | 25—240 | 16—240 | 16—240 | — | — |
| АСКл | СКл | 3 | 25—240 | 25—240 | 16—240 | 16—240 | — | — |
| | | 4 | 16—185 | — | — | — | — | — |
| АОСБ, АОСБн, АОСБГ | ОСБ, ОСБн, ОСБГ | 3 | — | — | — | — | 25—185 | 120—150 |
| АОСК | ОСК | 3 | — | — | — | — | 25—185 | 120 |

* Применение силовых кабелей в свинцовой защитной оболочке следует предусматривать в особых случаях (для подводных линий, в шахтах, опасных по газу и пыли, и т. п.). В остальных случаях при невозможности использовать кабели в алюминиевых защитных оболочках их замена на силовые кабели в свинцовых защитных оболочках в каждом конкретном случае подлежит специальному техническому обоснованию в проектно-сметной документации.

** Кабели могут быть изготовлены с обедненно-пропитанной изоляцией: при этом в обозначение марки добавляются дефис и буква В, номинальные сечения этих кабелей будут отличаться от приведенных в этой таблице.

Таблица 42. **Силовые кабели с пластмассовой изоляцией**

| Марка кабеля | | Конструктивные элементы |
|---|---|---|
| с алюминиевой жилой | с медной жилой | |
| АВВГ | ВВГ | Изоляция и оболочка из поливинилхлоридного пластиката, без защитного покрова |
| АПВГ | ПВГ | Изоляция из полиэтилена, оболочка из поливинилхлоридного пластиката, без защитного покрова |
| АПсВГ | ПсВГ | Изоляция из самозатухающего полиэтилена, оболочка из поливинилхлоридного пластиката, без защитного покрова |
| АПвВГ | П ВГ | Изоляция из вулканизующегося полиэтилена, оболочка из поливинилхлоридного пластиката, без защитного покрова |
| АВАШв | ВАШв | Изоляция из поливинилхлоридного пластиката, алюминиевая оболочка, защитный покров Шв |
| АПвАШв | ПвАШв | Изоляция из вулканизующегося полиэтилена, алюминиевая оболочка, защитный покров Шв |
| АВБбШв | ВБбШв | Изоляция из поливинилхлоридного пластиката, защитный покров БбШв |
| АПБбШв | ПБбШв | Изоляция из полиэтилена, защитный покров БбШв |
| АПсБбШв | ПсБбШв | Изоляция из самозатухающего полиэтилена, защитный покров БбШв |
| АПвБбШв | ПвБбШв | Изоляция из вулканизующегося полиэтилена, защитный покров БбШв |

Таблица 43. **Характеристика силовых кабелей с пластмассовой изоляцией**

| Марка кабеля | Количество жил | Номинальное сечение основных жил, мм², при номинальном напряжении кабеля переменного тока, кВ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,66 | 1 | 3 | 6 |
| ВВГ, ПВГ, ПсВГ, ПвВГ | 1, 2, 3 и 4 | 1,5—50 | 1,5—240 | — | — |
| АВВГ, АПВГ, АПсВГ, АПвВГ | 1, 2, 3 и 4 | 2,5—50 | 2,5—240 | — | — |
| АВБбШв, ВбШв, АПБбШв, ПБбШв, АПсБбШв, ПсБбШв, АПвБбШв, ПвБбШв | 2, 3 и 4 | 4—50 | 6—240 | 6—240 | — |

*Продолжение табл. 43*

| Марка кабеля | Количество жил | Номинальное сечение основных жил, мм², при номинальном напряжении кабеля переменного тока, кВ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,66 | 1 | 3 | 6 |
| АВАШв, ВАШв, АПвАШв, ПвАШв | 3 и 4 | — | 6—240 | 6—240 | 10—240 |
| АВВГ, ВВГ, АПВГ, ПВГ, АПсВГ, ПсВГ, АПвВГ, ПвВГ, АВБбШв, ВБбШв, АПБбШв, ПбШв, АПсБбШв, ПсБбШв, АПвБбШв, ПвБбШв | 3 | — | — | — | 10—240 |
| ВВГ, ПВГ, ПсВГ, ПвВГ | 5 | — | 1,5—25 | — | — |
| АВВГ, АПВГ, АПсВГ, АПвВГ | 5 | — | 2,5—35 | — | — |

Таблица 44. **Характеристика кабелей с алюминиевой и медной жилой, резиновой изоляцией**

| Марка кабеля | Количество жил | Номинальное сечение основных жил, мм², при номинальном напряжении кабеля, кВ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | переменного тока | постоянного тока | | |
| | | 660 | 3000 | 6000 | 10000 |
| СРГ | 1 | 1—240 | 1,5—500 | 2,5—500 | 240—400 |
| АСРГ | 1 | 4—300 | 4—500 | 4—500 | 240—400 |
| СРГ | 2 и 3 | 1—185 | — | — | — |
| АСРГ | 2 | 4—240 | — | — | — |
| АСРГ | 3 | 2,5—240 | — | — | — |
| ВРГ, ВРТГ, НРГ | 1—3 | 1—240 | — | — | — |
| АВРГ, АВРТГ, АНРГ | 1 | 4—300 | — | — | — |
| СРБ2лГ, АСРБ2лГ | 1 | — | 200, 400, 500 | — | — |
| СРБГ, АСРБГ | 1 | — | — | 95, 240, 400, 500 | — |

*Продолжение табл. 44*

| Марка кабеля | Количество жил | Номинальное сечение основных жил, мм², при номинальном напряжении кабеля, кВ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | переменного тока | постоянного тока | | |
| | | 660 | 3000 | 6000 | 10000 |
| СРБ, СРБГ, ВРБн, ВРБ, ВРБГ, НРБ, НРБГ, ВРТБ, ВРТБГ, ВРТБн | 2—3 | 2,5—185 | — | — | — |
| АСРБ, АСРБГ | 2 | 4—240 | — | — | — |
| АВРБ, АВРБн, АВРБГ, АНРБ, АНРБГ, АВРТБ, АВРТБГ, АВРТБн | 3 | 2,5—240 | — | — | — |

Таблица 45. **Характеристика контрольных кабелей с резиновой и пластмассовой изоляцией**

| Марка кабеля | Количество жил в кабеле при номинальном сечении жилы, мм² | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,75 | 1 | 1,5 | 2,5 | 4, 6 | 10 |
| КРСГ, КРСБ, КРСБГ | — | 4; 5; 7; 10; 14; 19; 27; 37 | | | 4; 7; 10 | — |
| КРСК | — | 10; 14; 19; 27; 37 | | 7; 10; 14; 19; 27; 37 | 7; 10 | — |
| КРВГ, КРВГЭ, КВРБ, КРНБ, КРВБГ, КРВБбГ, КРНБн, КВВБн, КПсВБн КРВБн, КРНГ, КРНБГ, КРНБбГ | 4; 5; 7; 10; 14; 19; 27; 37; 52 | | | 4; 5; 7; 10; 14; 19; 27; 37 | 4; 7; 10 | — |
| КВВГ, КВВГЭ, КВВБ, КВВБГ, КВВБбГ, КВБбШв, КПВГ, КПВБ, КПВБбГ, КПВБГ, КПБбШв, КПсВГ, КПсВГЭ, КПсВБ, КПсВБГ, КПсВБбГ, КПсБбШв | 4; 5; 7; 10; 14; 19; 27; 37; 52; 61 | | | | | |

*Продолжение табл. 45*

| Марка кабеля | Количество жил в кабеле при номинальном сечении жилы, мм² | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,75 | 1 | 1,5 | 2,5 | 4, 6 | 10 |
| КВВГ—П, КПсВГ—П, КПВГ—П | 4 | | | | | — |
| АКВВГ—П, АКПсВг—П, АКПВГ—П | — | | | 4 | | — |
| КПВКбШв, КВКбШв, КПсВКбШв | 10; 14; 19; 27; 37 | | | 7; 10; 14; 19; 27; 37 | 7; 10 | — |
| АКРКГ, АКРББ, АКРВБбГ, АКРНБ, АКРНБбГ, АКВВГЭ, АКВВБбГ, АКПВГ, АКПВБГ, АКПсВГ, АКПсВГЭ, АКПсВБГ, АКПВБбГ, | — | | | 4; 5; 7; 10; 14; 19; 27; 37 | 4; 7; 10 | |
| АКРБГЭ, АКРВБГ, АКРНГ, АКРНБГ, АКВВГ, АКВВБГ, АКВБбШв, АКПВБ, АКПБбШв, АКПсБбГ, АКПсВБ, АКПсБбШв, АКВВБ | | | | | | |

## ГЛАВА III

## НОРМЫ И ПРАВИЛА ПРОКЛАДКИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

### § 18. Общие требования

**Перевозка и перемещение барабанов с кабелем.** Для перевозки барабанов с кабелем к месту прокладки применяют кабельные транспортеры (рис. 15), грузовые автомобили, оборудованные лебедкой для погрузки и разгрузки барабанов с кабелем, автопогрузчики.

При отсутствии необходимых транспортных средств допускается перемещение барабанов в соответствии с табл. 46.

**Прокладка кабелей с бумажной изоляцией на вертикальных и наклонных участках.** Разность уровней между высшей и низшей точками кабеля должна быть не более приведенных в табл. 47.

Таблица 46. **Перемещение барабанов с кабелем**

| Способы перемещения | Область применения |
|---|---|
| Перекатка барабанов с кабелями: | |
| вручную | Допускается при прочной и исправной обшивке барабанов по ровным поверхностям на короткие расстояния не более 100 м при условии, что наружные витки кабеля отстоят не менее чем на 100 м от обшивки |
| с помощью лебедки и приспособления, устанавливаемого на валу барабана, для сцепления с тросом лебедки и допускающего беспрепятственную перекатку барабана | Может применяться для перекатки барабанов массой до 2 т на расстояние не более 500 м |
| Перемещение барабана на стальном листе с помощью лебедки, трактора и т. п. | Допускается применять при отсутствии других транспортных механизмов. Барабан должен быть надежно закреплен на листе |

Примечания: 1. Барабан необходимо вращать по направлению стрелки, нанесенной краской на щеке барабана. 2. Концы кабеля должны быть закреплены на барабане.

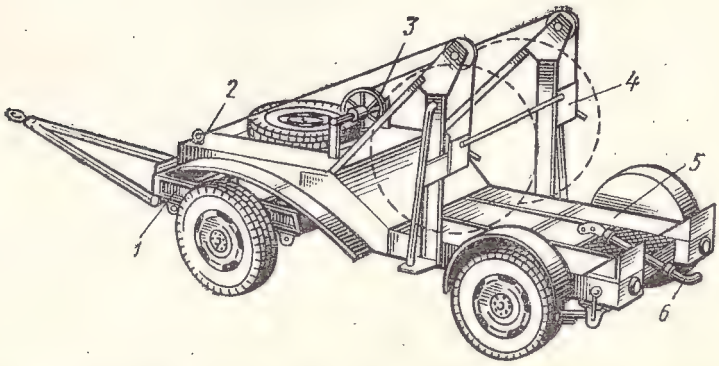



Рис. 15. Кабельный транспортер ТКБ-5 грузоподъемностью до 49 кН (5 тс):

*1* — передняя тележка, *2* — лебедка, *3* — тормоз барабана, *4* — каретка барабана, *5* — задний мост и платформа, *6* — консоль для направления кабеля

Таблица 47. **Наибольшая допустимая разность уровней при прокладках кабелей, м**

| Кабели | В свинцовой оболочке напряжением, кВ | | | | В алюминиевой оболочке напряжением, кВ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 и 3 | 6 | 10 | 20 и 35 | 1 и 3 | 6 | 10 | 20 и 35 |
| С вязкой пропиткой: | | | | | | | | |
| бронированные | 25 | 15 | 15 | 5 | 25 | 20 | 15 | 5 |
| небронированные | 20 | 15 | 15 | 5 | 25 | 20 | 15 | 5 |
| С обедненной пропиткой | 100 | 100 | — | — | Без ограничений | 100 | — | — |
| С изоляцией, пропитанной нестекающей массой | — | Без ограничений | | | — | Без ограничений | | |

Примечание. Приведенные наибольшие допустимые разности уровней относятся к случаям, когда на кабелях не применяются стопорные муфты.

## § 19. Маркировка кабельных линий

**Места установки бирок на всех проложенных кабелях, муфтах и концевых заделках.** На скрыто проложенных кабелях в траншее, трубах и блоках и т. п. бирки должны устанавливаться на конечных пунктах и у концевых заделок, в колодцах и камерах блочной канализации и у соединительных муфт. На открыто проложенных кабелях в каналах, туннелях, производственных помещениях и т. д. бирки необходимо устанавливать в тех же местах, что и при скрытой прокладке, и, кроме того, в местах изменения направления трассы, с обеих сторон проходов через междуэтажные перекрытия, стены и перегородки, в местах входа (выхода) в траншеи, каналы, туннели, трубы, блоки и прочие кабельные сооружения, а также на прямолинейных участках через каждые 25—50 м.

**Материал бирок.** Внутри помещений сухих, сырых, особо сырых и вне зданий бирки должны быть из пластмассы или стали и алюминия с антикоррозийными покрытиями лаком или краской; внутри помещений с химически активной средой, вредно действующей на сталь или алюминий, — из пластмассы.

**Способ выполнения надписи.** Для кабелей, проложенных в земле и в помещениях с агрессивной средой, надписи следует выполнять штамповкой, кернением или выжиганием. Для всех других условий прокладки допускается нанесение надписей несмываемой краской.

**Содержание надписи на бирках.** Для кабелей надо указать марку, номинальное напряжение, число и сечение жил, номер или наименование кабельной линии; для муфт и заделок — аналогично кабелю, а также номер муфты и дату монтажа. У концевых заделок необходимо обозначать конечные пункты (откуда и куда проложен кабель).

**Закрепление бирок.** Закреплять бирки следует стальной оцинкованной проволокой диаметром 1—2 мм, либо капроновой или пластмассовой ниткой. В сырых местах проволоку нужно защитить от действия влаги (покрытие битумом и т. п.).

**Защита надписей на бирках.** Металлические бирки у соединительных муфт при прокладках в земле покрывают двумя-тремя слоями просмоленной ленты.

**Форма бирок.** Бирки должны быть прямоугольными — для силовых кабелей напряжением до 1000 В, круглыми — для силовых кабелей напряжением выше 1000 В и треугольными — для контрольных кабелей.

## § 20. Прокладка кабелей в траншеях

**Рытье траншей.** При рытье траншей должна соблюдаться геодезическая разбивка трассы — вертикальные отметки дна траншеи, привязки траншеи к различным ориентирам и т. д. Ширина дна траншеи и ее глубина указываются в проекте.

**Подготовительные работы перед прокладкой кабеля.** Должны быть проделаны следующие подготовительные работы: уложены в необходимых местах трубы, сделана подсыпка толщиной 100 мм на дне траншеи мелкой землей, заготовлена вдоль трассы мелкая земля или песок, кирпич или железобетонные плиты. Количество кирпича на 100 м траншеи приведено в табл. 48.

**Выбор труб для защиты кабелей.** Следует применять бетонные, железобетонные, керамические, чугунные или пластмассовые трубы.

Таблица 48. **Ориентировочная потребность в кирпиче* на 100 м траншеи**

| Ширина траншеи, мм | Количество кабелей в траншее | | Количество кирпича, шт. |
|---|---|---|---|
| | силовых | контрольных | |
| 150 | 1 | 1—5 | 420 |
| 300 | 1—2 | 6—10 | 830 |
| 400 | 2—3 | 8—12 | 1200 |
| 500 | 3—4 | 10—16 | 1600 |
| 630 | 4—5 | 12—20 | 2000 |
| 800 | 5—6 | 16—26 | 2400 |

* Силикатный кирпич не допускается.

Внутренний диаметр труб должен быть не менее полуторакратного наружного диаметра кабеля, а для кабелей с однопроволочными алюминиевыми жилами — не менее двукратного диаметра. Применение стальных труб допускается лишь для выполнения прохода методом прокола грунта. Наименьший допускаемый диаметр труб: 50 мм — при длине до 5 м и 100 мм — при трубопроводах большей длины; для кабелей напряжением 35 кВ при любой длине трубопроводов — не менее 100 мм.

**Укладка труб для защиты кабелей.** Трубы должны быть уложены прямолинейно по выровненному и утрамбованному дну траншей с уклоном не менее 0,2 %. Соединения труб должны быть уплотнены, а концы труб временно закрыты пластмассовыми или деревянными заглушками.

Таблица 49. **Способы прокладки кабелей**

| Характеристика | Краткое описание | Область применения |
|---|---|---|
| С движущегося кабельного транспортера, автомобиля или трубоукладчика | Барабан с кабелем устанавливают на транспортере, в кузове автомобиля или на специальной траверсе трубоукладчика. При раскатке кабеля рабочие принимают сматываемый с барабана кабель и укладывают его на дно траншеи | Во всех случаях, когда механизм может свободно передвигаться вдоль трассы и когда в траншее нет препятствий (трубы, блоки и др.) |
| Тяжением кабеля канатом с помощью приводной лебедки | Барабан с кабелем устанавливают на одном из концов трассы. Раскатку кабеля вдоль траншеи производят по роликам натяжением каната приводной лебедки | В тех случаях, когда способ раскатки с движущегося механизма по каким-либо причинам не применим |
| Тяжением кабеля трактором или автомобилем | То же, но тяжение кабеля производят трактором или автомобилем | То же |
| Тяжением кабеля канатом с помощью ручной лебедки | То же, но с применением ручной лебедки | То же, но при небольших длинах кабеля и в случае невозможности применения приводной лебедки |
| Тяжением кабеля с помощью индивидуальных универсальных приводов | На кабельной трассе устанавливают до четырех приводов и производят протяжку кабеля по роликам | Во всех случаях, когда длина трассы не превышает 500 м |

Примечание. В случае невозможности раскатки кабеля с барабана на полную длину допускается оставшийся на барабане кабель размотать и проложить вручную методом петли.

Вводы в здания и проходы из траншей в туннели выполняются отрезками из бетонных, железобетонных или асбестоцементных безнапорных труб. Концы труб должны выступать из стены здания в траншею, а при наличии отмостки — за линию последней не менее чем на 0,6 м.

**Раскатка и прокладка кабелей.** Глубина заложения кабелей должна быть указана в проекте. В соответствии с ПУЭ глубина заложения для кабелей напряжением до 20 кВ от планировочной отметки должна составлять 0,7 м, а напряжением до 35 кВ и при пересечении улиц и площадей — 1 м. Меньшая глубина заложения (до 0,5 м) допускается лишь на участке длиной до 5 м при вводе кабелей в здания.

Способы прокладки кабелей приведены в табл. 49.

Для раскатки кабеля через осевое отверстие барабана продевают стальную ось, выбор которой в зависимости от габарита барабана производят по табл. 50.

Перед раскаткой кабеля барабан устанавливают на домкраты (или другое подъемное приспособление) и поднимают его на 15—20 см от поверхности земли, кузова автомобиля и т. п.

После снятия обшивки с торцов щек барабана удаляют гвоздодером или тщательно забивают торчащие гвозди и устанавливают тормозное приспособление.

Допустимые усилия тяжения для кабелей на напряжение до 10 кВ приведены в табл. 51, а на 35 кВ — в табл. 52.

Диаметр стального каната для прокладки кабеля тяжением следует выбирать по табл. 53.

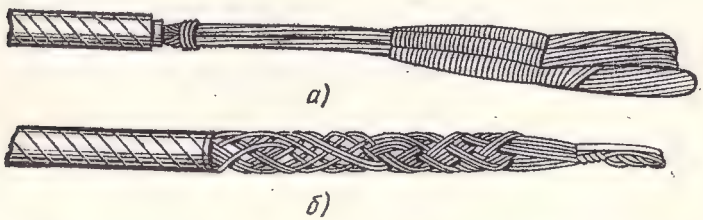



Рис. 16. Способы крепления кабеля к стальному канату
*а* — за жилы, *б* — проволочным чулком

Крепление каната к жилам кабеля напряжением до 35 кВ выполняется двумя способами: за жилы (рис. 16, *а*) и проволочным чулком (рис. 16, *б*).

Усилие тяжения необходимо контролировать с помощью динамометра. Кабели укладывают с запасом, равным 1—3 % его длины (змейкой); укладывать запас кабеля в виде колец (витков) запрещается.

Таблица 50. **Размеры стальной оси для вращения барабанов с кабелем**

| № барабана | Длина оси, мм | Диаметр оси, мм, при массе барабана с кабелем, т | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| 8 | 800 | 25 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 8а | 1000 | 30 | 40 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 10 | 1100 | 30 | 40 | 40 | 40 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 12 | 1100 | 30 | 40 | 45 | 48 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 12а | 1310 | — | 40 | 45 | 48 | 53 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 14 | 1400 | — | — | 45 | 48 | 53 | 56 | 56 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 14а | 1100 | — | 40 | 45 | 48 | 53 | 56 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 17 | 1400 | — | — | 45 | 48 | 53 | 56 | 63 | 70 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 18 | 1600 | — | — | — | 48 | 53 | 56 | 63 | 70 | 70 | 70 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 20 | 1700 | — | — | — | — | 53 | 56 | 63 | 70 | 70 | 75 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 20а | 1760 | — | — | — | — | — | 56 | — | 70 | — | 75 | — | 80 | — | 80 | — | — | — | — | — | — |
| 22 | 2000 | — | — | — | — | — | — | 63 | — | 70 | — | 80 | — | 85 | — | 90 | — | — | — | — | — |
| 25 | 2100 | — | — | — | — | — | — | — | 70 | — | 75 | — | 80 | — | 90 | — | 95 | — | — | — | — |
| 26 | 2200 | — | — | — | — | — | — | — | — | 70 | — | 80 | — | 85 | — | 90 | — | 95 | 100 | — | — |
| 30 | 2800 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 80 | — | 85 | — | 90 | — | 95 | 100 | 100 | 105 |

Таблица 51. **Допустимые усилия тяжения для кабелей на напряжение до 10 кВ**

| Сечение кабеля, мм² | Допустимое усилие тяжения | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | за алюминиевую оболочку* кабеля напряжением, кВ | | | | | | за жилы | | | | | |
| | 1 | | 6 | | 10 | | медные | | многопроволочные алюминиевые | | однопроволочные алюминиевые | |
| | кН | кгс | кН | кгс | кН | кгс | кН | кгс | кН | кгс | кН | кгс |
| 3×240 | 7,4 | 750 | 9,3 | 950 | 9,8 | 1000 | 35 | 3600 | 27,4 | 2800 | 13,7** | 1400 |
| 3×185 | 6,4 | 650 | 7,4 | 750 | 8,3 | 850 | 26 | 2750 | 21,6 | 2200 | 10,8** | 1100 |
| 3×150 | 5,9 | 600 | 6,4 | 650 | 7,4 | 750 | 22 | 2250 | 17,6 | 1800 | 8,8** | 900 |
| 3×120 | 3,9 | 400 | 4,9 | 500 | 6,4 | 650 | 17,6 | 1800 | 13,7 | 1400 | 6,9** | 700 |
| 3×95 | 3,4 | 350 | 4,4 | 450 | 5,7 | 580 | 13,7 | 1400 | 10,8 | 1100 | 5,4** | 550 |
| 3×70 | 2,9 | 300 | 3,9 | 400 | 4,9 | 500 | 10,0 | 1050 | 8,2 | 840 | 3,9** | 400 |
| 3×50 | 2,3 | 230 | 3,4 | 350 | 4,4 | 450 | 7,0 | 750 | 5,9 | 600 | 5,9 | 600 |
| 3×35 | 1,8 | 180 | 2,9 | 300 | 3,9 | 400 | 4,9 | 500 | 3,4 | 400 | 3,9 | 400 |
| 3×25 | 1,7 | 170 | 2,8 | 280 | 3,7 | 380 | 3,4 | 350 | 2,9 | 300 | 2,9 | 300 |

* Тяжение кабелей с пластмассовой и свинцовой оболочками допускается только за жилы.
** Жила из мягкого алюминия с относительным удлинением не менее 30 % (ГОСТ 18409—73*, 18410—73*).

Таблица 52. **Допустимые усилия тяжения для кабелей напряжением 35 кВ**

| Сечение кабеля, мм² | Допустимое усилие тяжения за жилы | |
|---|---|---|
| | кН | кгс |
| 3×70 | 8,2 | 840 |
| 3×95 | 10,8 | 1100 |
| 3×120 | 13,6 | 1400 |
| 3×150 | 17,6 | 1800 |

Примечание. Допустимые усилия тяжения, приведенные в табл. 51. 52, не применимы для прокладки кабелей в блоках.

Таблица 53. **Выбор стального каната для тяжения кабелей**

| Диаметр каната, мм | Допустимое усилие тяжения | | Диаметр каната, мм | Допустимое усилие тяжения | |
|---|---|---|---|---|---|
| | кН | кгс | | кН | кгс |
| 3,9 | 3,1 | 320 | 6,5 | 8,7 | 890 |
| 4,2 | 3,6 | 370 | 8,1 | 13,2 | 1350 |
| 4,5 | 4,1 | 420 | 9,7 | 18,9 | 1930 |
| 4,8 | 4,9 | 500 | 11 | 25,4 | 2600 |
| 5,5 | 6,1 | 630 | 13 | 33,3 | 3400 |
| 5,8 | 6,9 | 710 | 14,5 | 42 | 4300 |

## § 21. Особенности прокладки кабелей ААШв

Прокладка и перемотка кабелей при температуре окружающего воздуха выше +30 °С и ниже —20 °С не допускается. Трасса должна иметь минимальное число поворотов (не более трех на одну строительную длину, не считая поворотов при вводе в здания или сооружения).

При прокладке необходимо обеспечить и строго соблюдать допустимый радиус изгиба кабеля.

Для прохода кабелей через стены и перегородки рекомендуется применять отрезки пластмассовых труб. Опорные кабельные конструкции не должны иметь острых углов, краев и выступов. В грунте, применяемом для устройства подушки и присыпки кабеля в траншее, должно быть полностью исключено содержание мелкого щебня, битого стекла и других включений.

Для защиты кабелей от механических повреждений на вертикальных участках следует применять кожухи из листовой стали.

Торцы труб с внутренней стороны должны быть округлены с

радиусом не менее 5 мм и не иметь выступов, изломов, заусенцев, а соединения труб должны быть строго соосными.

Прокладка кабелей в трубах допускается только на прямолинейных участках длиной не более 40 м и на вводах в здания и кабельные сооружения. Внутренний диаметр труб должен быть не менее двукратного диаметра кабеля.

При прокладках в земле для каждого кабеля независимо от длины допускается не более трех переходов в трубах суммарной длиной до 40 м; длина одного перехода не должна превышать 20 м.

Усилия тяжения кабеля не должны превышать величин, приведенных в табл. 51. Рекомендуется усилия тяжения записывать самопишущим прибором.

Прокладку кабелей в земле и производственных помещениях рекомендуется производить механизированным тяжением по роликам, а при прокладке в земле, кроме того, раскаткой кабеля с движущегося механизма.

В действующих кабельных сооружениях допускается применять ручной способ прокладки, при этом необходимо исключить трение кабелей о землю, пол, стены и т. п.

Ролики необходимо расставить так, чтобы исключить возможность касания и трения кабеля о землю, пол помещений, кабельные конструкции и т. п.

Все обнаруженные после прокладки повреждения поливинилхлоридного защитного шланга должны быть отремонтированы.

## § 22. Прокладка кабелей в блоках

При протяжке кабеля СГ в блоки с креплением каната к оболочке кабеля чулком общая длина канала блока не должна превышать: для кабелей сечением до 3×50 мм²—145 м, сечением 3×70 мм²—115 м, сечением 3×95 мм² и выше — 108 м.

Общая максимальная длина канала блока для кабелей АСГ сечением от 3×95 мм² и выше не должна превышать 150 м.

Предельно допустимые усилия тяжения кабелей СГ и АСГ с креплением каната за жилы, а также требующиеся усилия на протяжку 100 м кабеля через блочную канализацию приведены в табл. 54.

Предельно допустимые усилия тяжения кабелей ВВГ, АВВГ, ВРГ и АВРГ с креплением каната за жилы следует принимать по табл. 51 с коэффициентом: для медных жил — 0,7; для алюминиевых жил из твердого алюминия — 0,5; для алюминиевых жил из мягкого алюминия — 0,25.

Для уменьшения усилий тяжения кабель должен быть покрыт тавотом или солидолом. Для контроля усилия тяжения на лебедке устанавливается динамометр.

Таблица 54. **Предельно допустимые усилия тяжения для блочной канализации**

| Марка кабеля | Сечение жил кабеля, мм² | Предельно допустимое усилие тяжения | | Требуемое усилие тяжения на 100 м кабеля на напряжение, кВ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | | 6 | | 10 | |
| | | кН | кгс | кН | кгс | кН | кгс | кН | кгс |
| СГ | 3×50 | 6,4 | 650 | 1,7 | 175 | 2,3 | 240 | 2,7 | 280 |
| | 3×70 | 8,9 | 910 | 2,2 | 225 | 2,8 | 290 | 3,2 | 335 |
| | 3×95 | 12 | 1230 | 2,8 | 290 | 3,5 | 360 | 4 | 410 |
| | 3×120 | 15,3 | 1560 | 3,4 | 350 | 4,2 | 430 | 4,6 | 470 |
| | 3×150 | 19 | 1950 | 4,2 | 430 | 5,3 | 540 | 5,5 | 560 |
| | 3×185 | 23,5 | 2400 | 5,1 | 525 | 5,7 | 585 | 6,3 | 640 |
| АСГ | 3×95 | 7,45 | 760 | 1,8 | 185 | 2,4 | 250 | 2,9 | 305 |
| | 3×120 | 9,4 | 960 | 2,1 | 220 | 2,9 | 300 | 3,3 | 340 |
| | 3×150 | 11,8 | 1200 | 2,6 | 265 | 3,6 | 370 | 3,8 | 390 |
| | 3×185 | 14,5 | 1480 | 3,1 | 320 | 3,7 | 385 | 4,3 | 440 |

Примечание. Выбор стального каната производится в соответствии с табл. 53.

## § 23. Прокладка кабелей в кабельных сооружениях

**Подготовка трассы для прокладки кабелей.** Кабельные сборные конструкции устанавливаются на расстоянии 0,8—1 м одна от другой на горизонтальных прямолинейных участках.

При повороте трассы расстояние между конструкциями выбирают по месту, исходя из допустимого радиуса изгиба кабелей.

Крепление кабельных конструкций следует выполнять путем приварки их к закладным частям, установленным в процессе строительства. При отсутствии закладных частей их можно крепить дюбелями.

При выполнении проходов кабелей через перегородки необходимо установить патрубки из несгораемых труб (асбестоцементные, пластмассовые).

В отфактурованных отверстиях железобетонных конструкций патрубки устанавливать не следует.

**Прокладка кабелей.** Допускается прокладывать только кабели без наружного сгораемого покрова. Прокладка небронированных кабелей с полиэтиленовой оболочкой запрещается. Сгораемый покров удаляют на участке всей трассы только внутри кабельного сооружения.

Механизированную раскатку кабеля производят тяжением с помощью лебедки по линейным, угловым и направляющим роликам (рис. 17) или с помощью индивидуальных универсальных приводов. Если нельзя раскатать кабель на всю длину, то завершают прокладку его с применением метода петли,

Ручная прокладка кабеля допускается при малом количестве кабеля (до 50 м). Кабель вручную переносят и укладывают на место.

При прокладке небронированных кабелей между свинцовой или

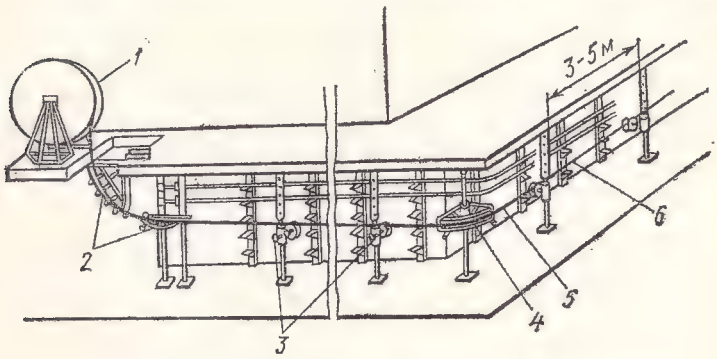



Рис. 17. Раскатка кабеля в туннеле:

*1* — барабан с кабелем, *2* — угловые ролики, *3* — линейные ролики, *4* — угловой ролик на повороте трассы, *5* — кабель, *6* — канат лебедки

алюминиевой оболочкой и металлическими опорными конструкциями должны быть проложены эластичные прокладки из негорючего материала (листовой асбест, листовой поливинилхлорид) толщиной не менее 2 мм. Такие же прокладки должны быть проложены между кабелем и скобой в местах крепления.

Броня кабелей должна иметь антикоррозийное покрытие.

При проходе кабелей через перегородки зазоры в трубах и отфактурованных отверстиях должны быть заделаны несгораемым и легко пробиваемым материалом по всей толщине стены или перегородки. Материалы, применяемые для заделки зазоров: цемент с песком по объему 1 : 10; глина с песком — 1 : 9; глина с цементом и песком — 1,5 : 1 : 11; перлит вспученный со строительным гипсом — 1 : 2.

Установка соединительных муфт допускается как исключение, когда строительная длина кабеля меньше длины туннеля или канала. Муфты заключают в противопожарный кожух, укладывают на отдельную полку и отделяют от верхних и нижних кабелей по всей ширине полок асбестоцементными перегородками.

## § 24. Прокладка кабелей в производственных помещениях

**Подготовка трассы для прокладки кабелей.** Прокладка кабелей в полах, фундаментах и междуэтажных перекрытиях допускается только в каналах или трубах. Для последующей затяжки кабелей во все трубы следует затянуть стальную проволоку диаметром 4—5 мм.

Торцы труб необходимо закрыть пластмассовыми или деревянными заглушками.

Проходы кабелей до 1000 В через деревянные и другие сгораемые перегородки выполняются в отрезках несгораемых труб (стальных, асбоцементных) диаметром не менее 100 мм (рис. 18, *а*) или заделкой несгораемым материалом (рис. 18, *б*).

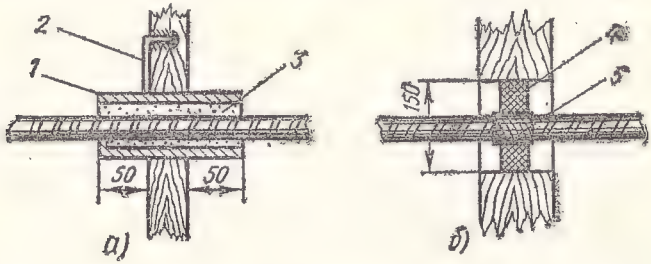



Рис. 18. Проходы через деревянные и другие сгораемые перегородки:

*а* — проход через стену в трубе, *б* — заделка из несгораемого материала; *1* — труба, *2* — скоба, *3* — заделка в трубе, *4* — заделка в стене, *5* — подмотка

Проходы в отрезках пластмассовых труб выполняются только в местах, недоступных для механических повреждений труб.

Прокладка кабелей напряжением до 1000 В по сгораемым поверхностям выполняется на выносных кронштейнах (рис. 19).

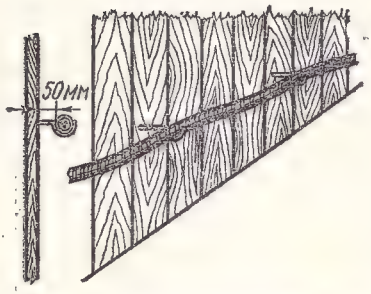



Рис. 19. Прокладка кабеля по деревянным и другим сгораемым конструкциям

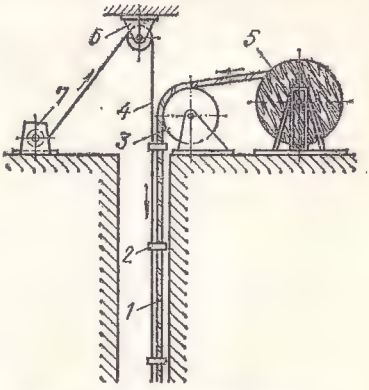



Рис. 20. Схема раскатки кабеля с применением лебедки и поддерживающего каната:

*1* — кабель, *2* — зажим, *3* — вспомогательный барабан, *4* — поддерживающий канат, *5* — барабан с кабелем, *6* — блок, *7* — лебедка

Таблица 55. **Способы прокладки кабелей и область их применения**

| Способ | Краткое описание | Область применения |
|---|---|---|
| | **На горизонтальных участках** | |
| С помощью электролебедки по роликам | Барабан с кабелем устанавливают на домкратах и раскатывают электролебедкой по линейным и угловым роликам. При раскатке кабеля вдоль ферм перекрытий следует применять специальные подвесные ролики | Основной способ раскатки кабеля в производственных помещениях для прокладки по конструкциям |
| Вручную без роликов | Кабель с барабана, установленного на домкратах, вручную размотывают, переносят и укрепляют на кабельные конструкции | При монтаже кабельных линий небольшой протяженности и малом числе кабелей (при прокладке одного кабеля длиной не более 100 м и 2—3 кабелей длиной не более 50 м) |
| | **На вертикальных участках** | |
| С помощью лебедки (подъем кабеля) | Барабан с кабелем устанавливают на нижней отметке (на кабельных домкратах), а лебедку на верхней отметке. Подъем производят тяжением кабеля стальным канатом. Трос закрепляют к концу кабеля: | |
| | а) проволочным чулком, накладываемым на свинцовую или алюминиевую оболочку | Для кабелей со свинцовой оболочкой при разности уровней 100, 80 и 70 м соответственно с сечением не более 3×50, 3×120 и 3×185 мм² при медных жилах и 3×70, 3×150 и 3×240 мм² при алюминиевых жилах; для кабелей в алюминиевой оболочке такой длины, при которой усилие тяжения не превысит значений, приведенных в табл. 53 |

*Продолжение табл. 55*

| Способ | Краткое описание | Область применения |
|---|---|---|
| | б) за жилы кабеля непосредственно или с помощью зажима | Для такой длины кабелей, при которой нагрузка на жилы не превысит значений, приведенных в табл. 51 |
| С помощью лебедки (спуск кабеля) | Барабан с кабелем и лебедку устанавливают на верхней отметке. Кабель по мере спуска вниз крепят зажимами к разматываемому стальному канату (рис. 20) | На вертикальных или смешанных трассах при наличии средств механизации для подъема барабана с кабелем на верхнюю отметку при разности уровней 30—80 м |
| Протягивание кабеля через трубы | | |
| С помощью лебедки | Протягивание производят тяжением кабеля канатом, закрепленным к концу кабеля с помощью проволочного чулка, или за жилы кабеля непосредственно | При протягивании кабеля через трубы, заделанные в полу, фундаментах машин, в междуэтажных перекрытиях и т. п. |
| Вручную | То же, но без применения лебедки | То же, при длине труб до 20 м |

Прокладка небронированного кабеля допускается только в несгораемых механически прочных трубах, коробах и т. п.

Прокладка кабелей напряжением выше 1000 В по сгораемым поверхностям, а также в чердачных помещениях не допускается.

Защита кабелей от механических повреждений осуществляется с помощью ограждений на высоту до 2 м от пола (угловой сталью, кожухами или коробами из листовой стали, трубами и т. п.). Такую защиту кабелей необходимо обеспечивать в местах их пересечений с технологическими и другими трубопроводами.

Способы прокладки кабелей и области их применения приведены в табл. 55.

## § 25. Прокладка кабелей при низких температурах

При температуре воздуха ниже 0 °С прокладка силовых кабелей на напряжение от 3 кВ и выше с нормальной, нестекающей и обедненно пропитанной бумажной, а также пластмассовой изоляцией и

оболочкой допускается только после предварительного подогрева кабеля перед прокладкой и выполнения прокладки в сжатые сроки: при температуре от 0 до —10 °С — не более 1 ч; при температуре от —10 до —20 °С — не более 40 мин; при температуре —20 °С и ниже — не более 30 мин.

Основные способы, параметры и продолжительность прогрева приведены в табл. 56—60.

Таблица 56. **Основные способы прогрева кабелей**

| Способ | Область применения |
|---|---|
| Трехфазным током при соответствующей теплоизоляции барабанов (войлочно-брезентовым капотом и др) | Во всех случаях, в особенности для протяженных и параллельных кабельных линий |
| Постоянным или однофазным током с бифилярным соединением двух жил (с такой же теплоизоляцией барабанов) | В случаях, когда невозможно применение первого способа |
| Внутри обогреваемых помещений с окружающей температурой до +40 °С | При наличии теплых помещений вблизи от места прокладки и при температуре окружающего воздуха не ниже —20 °С |
| В тепляке или палатке с паровым отоплением, горелками инфракрасного излучения или с обогревом тепловоздуходувкой (при температуре до +40 °С) | В случаях невозможности прогрева электрическим током или отсутствия теплых помещений |

Примечания: 1. Перед прогревом обшивка барабанов удаляется. 2. После прогрева током концы кабеля заделываются герметически. 3. Не допускается обогрев с применением открытого огня.

В качестве источника тока при прогревании кабеля применяют сварочные и специальные трансформаторы мощностью 15—25 кВ·А, обеспечивающие параметры прогрева, указанные в табл. 58—60. Схема прогрева кабелей приведена на рис. 21.

Таблица 57. **Продолжительность прогрева кабелей в теплом помещении или тепляке**

| Температура воздуха в помещении или тепляке, °С | Продолжительность прогрева кабеля, не менее |
|---|---|
| 5—10 | 3 сут |
| 10—25 | 1 сут |
| 25—40 | 18 ч |

Таблица 58. **Параметры при прогреве кабелей с бумажной изоляцией до 10 кВ трехфазным током**

| Сечение жил, мм² | Максимально допустимый ток при прогревании кабелей, А | | Ориентировочная продолжительность нагрева, мин, при температуре окружающего воздуха, °С | | | Ориентировочное напряжение на зажимах трансформаторов на каждые 100 м кабеля, В |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | с медными жилами | с алюминиевыми жилами | 0 | —10 | —20 | |
| 10 | 76 | 55 | 60 | 75 | 100 | 23 |
| 16 | 102 | 75 | 60 | 75 | 100 | 19 |
| 25 | 130 | 90 | 70 | 90 | 110 | 16 |
| 35 | 160 | 125 | 75 | 95 | 110 | 14 |
| 50 | 190 | 145 | 90 | 115 | 135 | 11,5 |
| 70 | 230 | 180 | 100 | 125 | 150 | 10 |
| 95 | 235 | 220 | 100 | 125 | 150 | 9 |
| 120 | 330 | 260 | 110 | 140 | 170 | 8,5 |
| 150 | 375 | 300 | 125 | 150 | 185 | 7,5 |
| 185 | 425 | 335 | 135 | 170 | 210 | 6 |
| 240 | 490 | 380 | 150 | 190 | 235 | 5,3 |

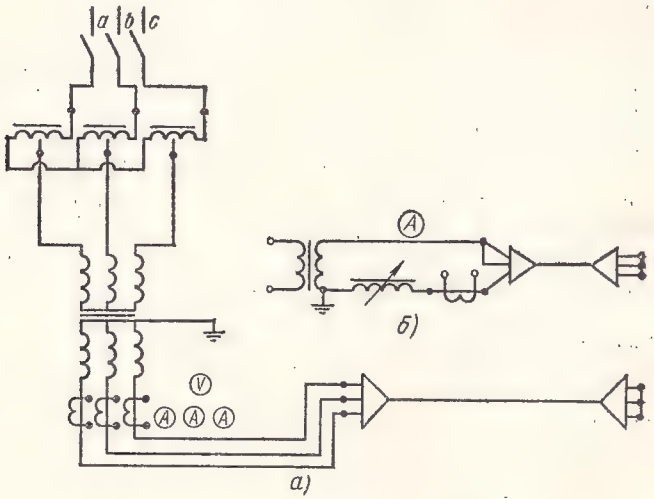



Рис. 21. Схема прогрева кабелей:
*а* — трехфазным током, *б* — сварочным трансформатором

Таблица 59. **Параметры при прогреве кабелей с пластмассовой изоляцией до 10 кВ трехфазным током**

| Сечение жил, мм² | Максимально допустимый ток, А, при прогревании кабелей | | Ориентировочное напряжение на зажимах трансформаторов на каждые 100 м кабеля, В |
|---|---|---|---|
| | с медными жилами | с алюминиевыми жилами | |
| 10 | 60 | 46 | 18 |
| 16 | 90 | 70 | 16 |
| 25 | 115 | 90 | 14 |
| 35 | 150 | 115 | 13 |
| 50 | 180 | 140 | 11 |
| 70 | 225 | 175 | 10 |
| 95 | 275 | 210 | 9 |
| 120 | 300 | 255 | 8 |
| 150 | 350 | 295 | 7 |

Прогрев кабелей током следует прекращать в момент, когда температура наружного покрова внешних витков кабеля достигает: +20 °С — при температуре наружного воздуха —10°С; +30 °С — при температуре наружного воздуха ниже —10 °С.

Таблица 60. **Параметры при прогреве кабелей с бумажной изоляцией на 20—35 кВ трехфазным током**

| Сечение жил, мм² | Максимально допустимый ток, А, при прогревании кабелей | |
|---|---|---|
| | с медными жилами | с алюминиевыми жилами |
| 70 | 145 | 115 |
| 95 | 195 | 150 |
| 120 | 233 | 180 |
| 150 | 310 | 210 |

При прокладке необходимо следить, чтобы кабель укладывался в траншею «змейкой» (запас 3—4 % вместо 1—3 %).

При температуре окружающей среды ниже —40 °С прокладка кабеля (в том числе и подогретого) всех марок не допускается.

## § 26. Механизмы и приспособления для монтажа кабельных линий

Таблица 61. Механизмы и приспособления для погрузки, разгрузки и транспортировки груза массой до 6 т

| Механизмы и приспособления | Техническая характеристика | Выполняемая операция |
|---|---|---|
| Кабельные транспортеры: | | |
| ТКБ-5 | Грузоподъемность 5000 кгс (50 кН). Максимально допустимая скорость буксирования 40 км/ч. Габариты кабельных барабанов — до № 22 | Перевозка барабана с кабелем и укладка кабеля в траншею |
| ТКБ-6 | Грузоподъемность 6000 кгс (60 кН). Максимально допустимая скорость буксирования до 70 км/ч. Габариты кабельных барабанов — до № 22 | То же |
| Грузовые автомобили: | | |
| ЗИЛ-130 | Грузоподъемность 5000 кгс (50 кН) | Перевозка кабельных барабанов, домкратов, лебедок, контейнеров и транспортировка автоприцепа с контейнерами |
| МАЗ-200 | Грузоподъемность 7000 кгс (70 кН) | |
| Автомобильный монтажный кран АК-75 | База — автомобиль ЗИЛ-130. Грузоподъемность крана при вылете стрелы в 2,8 м 7500 кгс (75 кН) | Погрузка — разгрузка при производстве монтажных работ |
| Автоприцеп ИАПЗ-754В | Грузоподъемность 4000 кгс (40 кН). Погрузочная высота 1270 мм | Транспортирование кабельных барабанов и контейнеров с приспособлениями |
| Грузозахватное приспособление | Грузоподъемность 5000 кгс (50 кН). Габариты кабельных барабанов до № 25 | Подъем и перемещение кабельных барабанов без применения оси |

Таблица 62. Механизмы и приспособления для прокладки кабелей в траншеях и кабельных сооружениях

| Механизмы и приспособления | Техническая характеристика | Выполняемая операция |
|---|---|---|
| Траншейные экскаваторы: | | |
| цепной ЭТЦ-161 | База—трактор «Беларусь». Размеры траншей: глубина — 1600 мм, ширина — 200—400 мм | Рытье траншей в многолетних мерзлых грунтах, грунтах сезонного промерзания и выполнение бульдозерных работ небольшого объема |
| цепной ЭТЦ-250С | База — бульдозер Д-687 С. Размеры траншеи: глубина — 2000 мм, ширина — 650 мм | То же |
| Кабельные домкраты: | | |
| безосевой ДКБ-5 | Грузоподъемность пары домкратов 6000 кгс (60 кН). Габариты кабельных барабанов 12—22 | Подъем кабельных барабанов и раскатка кабеля |
| безосевой ДКБ-10 | Грузоподъемность пары домкратов 10 000 кгс (100 кН) Габариты кабельных барабанов 18—25 | То же |
| ДК-3 с тормозом ДКБ | Грузоподъемность 6000 кгс (60 кН). Габариты кабельных барабанов 10—20 | » |
| Ручная монтажная лебедка | Грузоподъемность 500 кгс (5 кН). Канатоемкость — 80 м | Протяжка кабеля |
| Электрические лебедки: | | |
| монтажные МЭЛ-1,5—219; ЭЛ-1,5 | Грузоподъемность 1510 кгс (15 кН). Канатоемкость — 212 м | То же |
| специальная модернизированная ЛМЦ-3А | Грузоподъемность 2500 кгс (25 кН). Канатоемкость — 600 м | » |
| Универсальный индивидуальный привод ПИК-4У* | Тяговая сила для ПИК-4Э—4 кН; ПИК-4Б—3,5 кН; диаметр протягиваемого кабеля от 21 до 70 мм | Тяжение кабеля при прокладках в траншеях, каналах, закрытых помещениях и сооружениях |
| Лебедка для раскатки каната тяговой лебедки | Тяговое усилие 300 кгс (3 кН). Канатоемкость — 600 м | Растяжка тягового каната |

*Продолжение табл. 62*

| Механизмы и приспособления | Техническая характеристика | Выполняемая операция |
|---|---|---|
| Подъемная платформа с телескопическими упорами для тяговой электролебедки | Диапазон регулирования платформы по высоте — 400+120 мм. Масса 287 кг | Установка тяговой лебедки |
| Ролик универсальный линейный РЛУ | Допустимая нагрузка на валок 100 кгс (1 кН), максимальный диаметр кабеля — 100 мм. Масса — 1,8 кг | Раскатка силовых и пучков контрольных кабелей на прямых участках по кабельным конструкциям |
| Кабельный ролик ПС-50 | Допустимая нагрузка — 2 кН. Сечение кабеля 16—240 мм², габариты 530×450××325 мм; масса — 5,9 кг | Раскатка силовых кабелей на прямых участках трассы |
| Двухстоечный распорный съемный ролик с плавным изменением высоты установки валка | Максимальный диаметр кабеля—100 мм. Допустимое тяговое усилие 2000 кгс (20 кН). Угол изменения направления движения, град: для кабеля — 10—12, для каната — 90 | Изменение направления кабеля или каната по высоте и направлению их при протяжке на входе в трубный блок и выходе из него |
| Угловой ролик для ввода и вывода кабеля из колодца блочной трассы: | Максимальный диаметр кабеля 100 мм. Допустимое тяговое усилие 2000 кгс (20 кН) | Изменение направления кабеля с допустимым радиусом изгиба при спуске или выводе его из колодца к блочной трассе при протяжке |
| верхний | Масса 101 кг | |
| нижний | Масса 59 кг | |
| Линейный распорный ролик | Высота стойки 1440—2300 мм. Масса 10,4 кг | Протяжка кабеля на прямолинейных участках трассы в туннеле |
| Универсальный угловой ролик | Наибольший наружный диаметр кабеля 70 мм. Наибольшее усилие тяжения 2000 кгс (20 кН) | Протяжка кабеля на углах поворота трассы |
| Устройство для ограничения усилия тяжения кабеля при прокладке | Максимально допустимые измеряемые усилия тяжения 2600 кгс (26 кН) | Контроль усилий тяжения |
| Зажим для соединения кабеля с канатом за жилы ЗК-1 | Сечение кабеля до 240 мм². Габариты 70×255 мм | Крепление кабеля к канату при тяжении за жилы |

*Продолжение табл. 62*

| Механизмы и приспособления | Техническая характеристика | Выполняемая операция |
|---|---|---|
| Проволочный чулок | Сечение кабеля до 240 мм². Усилие тяжения до 25 000 кгс (25 кН) | Крепление кабеля к канату при тяжении за оболочку |
| Кабельный промежуточный захват | Наружный диаметр прокладываемого кабеля от 30 до 64 мм<br>Усилие тяжения 2000 кгс (20 кН) | Для крепления тягового каната к любому участку кабеля при протяжке |
| Концевой кабельный захват с переходным приспособлением | Допустимое усилие тяжения 2000 кгс (20 кН). Наибольший наружный диаметр кабеля 70 мм. Рабочая длина захвата на кабеле 300 мм | Крепление тягового каната к концу кабеля |
| Секторные ножницы НС-1, НС-2, НС-3 | Сечение перерезаемых кабелей от 3×10 до 3×240 мм². Масса 0,35; 1,2 и 3 кг | Перерезание кабеля и провода |
| Контрольный цилиндр | Диаметр цилиндра принимается по диаметру условного прохода канала минус 15 мм | Прочистка каналов блока |
| Ерш | Диаметр ерша на 5 мм больше диаметра канала | То же |
| Трансформатор АТСПК-25 | Мощность 50 кВ·А. Напряжение: первичное — 220/380 В, вторичное — от 7 до 98 В | Прогрев кабеля в зимних условиях |
| Сварочный трансформатор | Мощность 22 кВ·А. Напряжение первичное — 380 В, вторичное — 65 В | То же |

## ГЛАВА IV

## СОЕДИНЕНИЕ И ОКОНЦЕВАНИЕ КАБЕЛЬНЫХ ЖИЛ

### § 27. Общие сведения

Материалами для изготовления токопроводящих жил изолированных проводов и кабелей служат проводниковые алюминий и медь. Алюминий отличается от меди некоторыми физико-механическими особенностями, которые вызывают затруднения при выполнении контактных соединений.

Выполнение соединений и оконцеваний алюминиевых жил затрудняется следующими обстоятельствами:

а) способностью алюминия к быстрому соединению с кислородом воздуха и образованию в связи с этим тугоплавкой (более 2000 °С) пленки оксида; эту пленку необходимо удалять во всех случаях при выполнении соединений и оконцеваний;

б) большой теплоемкостью, что требует значительного количества теплоты при сплавлении алюминиевых жил и в сочетании с большой теплопроводностью алюминия создает опасность чрезмерного перегрева изоляции этих жил при сварке или пайке;

в) низким пределом текучести. Если алюминиевое контактное соединение чрезмерно затянуть болтом, то со временем оно ослабнет.

Основные способы соединения и оконцевания алюминиевых и медных жил: электрическая, газовая и термитная сварки, опрессовка методом местного вдавливания и пайка.

Электрическая сварка алюминиевых жил методом контактного разогрева не требует припоя и обеспечивает однородный и стабильный контакт, имеющий достаточную механическую прочность. Этот способ характеризуется простотой технологии, но требует наличия электроэнергии.

Термитная сварка не требует громоздкого оборудования, электроэнергии и технологически несложна. Но этот способ обладает повышенной пожароопасностью и требует специальных условий хранения термитных патронов и спичек.

Газовая сварка не требует электроэнергии, но требует громоздкого оборудования и соблюдения особых правил техники безопасности при работе с газами.

Опрессовка не требует электроэнергии и применения нагрева, однако при этом способе необходимо внимательно следить за правильностью подбора наконечников, соединительных гильз и инструмента.

В последние годы находит широкое применение способ штамповки конца однопроволочной алюминиевой жилы в форму наконечника пиротехническим прессом. Указанный способ обеспечивает надежный электрический контакт, так как отсутствует переходное сопротивление жила—наконечник.

Способ соединения пайкой не нуждается в сложном оборудовании, приспособлениях и электроэнергии, но он более трудоемок, чем описанные выше.

Применение того или иного способа соединения, ответвления или оконцевания жил проводов и кабелей зависит от материала жил (алюминиевые или медные), их сечения, напряжения и определяется главным образом условиями монтажа (наличием тех или иных механизмов, инструмента и материалов, наличием или отсутствием электроэнергии).

Таблица 63. **Способы оконцевания и соединения изолированных жил проводов и кабелей**

| Способ | Диапазон сечений, мм² | Провода напряжением до 2 кВ | Кабели напряжением до, кВ | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 10 |
| **Оконцевания медных жил** | | | | |
| Опрессовка с применением медных наконечников по ГОСТ 7386—80 | 2—240 | Следует применять | | |
| Пайка с применением медных наконечников типа П | 1,5—300 | То же | | |
| Пайка многопроволочной жилы с образованием монолита при втычном соединении | 16—240 | Следует применять | Допускается | — |
| **Соединение медных жил** | | | | |
| Опрессовка с применением медных гильз по ГОСТ 23469.3—79 | 4—240 | Следует применять | | |
| Пайка с применением гильз по ГОСТ 23469.1—82 | 4—240 | То же | | |
| **Оконцевание алюминиевых жил** | | | | |
| Опрессовка с применением алюминиевых и медно-алюминиевых наконечников по ГОСТ 9581—80 и ГОСТ 23598—79 (штифтовые) | 16—240 | Следует применять | | |
| Пайка с применением алюминиевых наконечников типа П | 16—240 | То же | | |
| Штамповка конца однопроволочной жилы в форму наконечника пиротехническим инструментом | 16—240 | Рекомендуется | | |
| **Соединения алюминиевых жил** | | | | |
| Опрессовка с применением алюминиевых гильз по ГОСТ 23469.2.79 | 16—95 | Следует применять | Рекомендуется | — |
| | 120—240 | То же | Допускается | — |
| Термитная сварка жил встык | 16—300 | Следует применять | | |
| Пайка способом полива | 16—240 | Следует применять | | |

Примечание. Оконцевание и соединение жил кабелей напряжением 20—35 кВ следует производить способом пайки с применением наконечников и гильз 20—35 кВ

В табл. 63 приведены способы оконцевания и соединения алюминиевых и медных жил кабелей и области их применения.

## § 28. Термитная сварка

Термитная сварка алюминиевых жил кабелей основана на выделении теплоты при сгорании термитных патронов.

Таблица 64. **Состав и область применения флюса**

| Состав | Свойства | Область применения | Способ приготовления |
|---|---|---|---|
| Флюс ВАМИ (Всесоюзного института алюминия и магния), %<br>хлористый калий—50<br>хлористый натрий—30<br>криолит марки К-1 —20 | Температура плавления 630 °С. В меньшей степени, чем другие флюсы, опасен в отношении коррозии алюминия. Быстро плавится и в первой фазе сварки покрывает поверхность металла жидкой пленкой, образуя в дальнейшем твердую корку шлака | Применяется во всех случаях соединения и оконцевания проводов и кабелей с алюминиевыми жилами при условии последующей защиты мест сварки изоляционными лентами и влагостойкими лаками. Рекомендуется для широкого применения в электромонтажной практике | Применяется в виде пасты консистенции густой сметаны. Для этого 100 мас. ч. порошкообразного флюса следует тщательно размешать с 30—40 мас. ч воды |

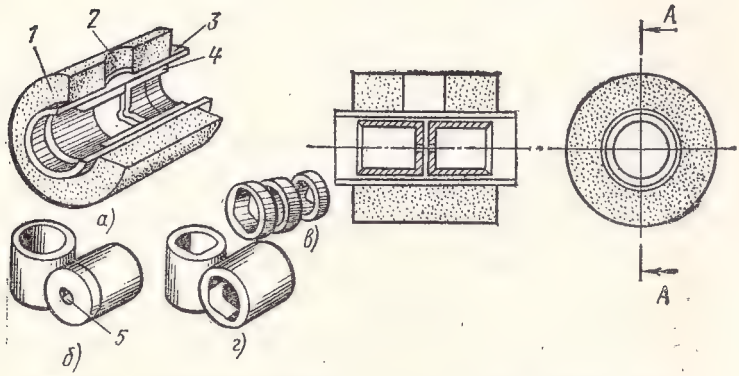



Рис. 22. Термитный патрон типа А для сварки жил встык:

*а* — патрон, *б* — алюминиевые колпачки, *в*, *г* — алюминиевые шайбы и втулки с секторными отверстиями для сварки сплошных секторных жил; *1* — термитный муфель, *2* — литниковое отверстие, *3* — стальной кокиль (формочка), *4* — алюминиевый колпачок (втулка), *5* — отверстие в донышке колпачка для контроля за глубиной вхождения в него жилы

Таблица 65. **Приспособления и инструменты для термитной сварки алюминиевых жил изолированных проводов и кабелей**

| Наименование | Количество, шт. | Назначение |
|---|---|---|
| Охладители (клещи) с комплектом сменных втулок для сварки жил сечением 16—95 мм² | 2 | Защита изоляции от перегрева и фиксации жил во время сварки |
| Охладители (клещи) с комплектом сменных втулок для сварки жил сечением 95—240 мм² | 2 | То же |
| Штатив с выдвижной стойкой и соединительной планкой | 1 | Закрепление охладителей при сварке кабелей. При сварке проводов соединительная планка с двумя охладителями может быть использована и без штатива |
| Стальной экран | 1 | Защита от искр жилы кабеля, расположенной снизу свариваемой |
| Клещи ПК-1 со специальными режущими губками | 1 | Скусывание литниковой прибыли (при отсутствии клещей прибыли отпиливаются ножовкой) |
| Мешалка проволочная (изготовляется из стальной проволоки диаметром 1,5—2 мм) длиной 400 мм | 1 | Перемешивание расплавленного металла с целью удаления шлака и газов для контроля за процессом сварки |
| Держатель для термитной спички (трубка с внутренним диаметром 3 мм с винтом для закрепления спички) | 1 | Защита от ожога при поджигании термитного патрона (могут быть использованы также плоскогубцы) |
| Зубило с лезвием шириной 10 мм и длиной 250 мм | 1 | Скалывание термитного муфеля после сварки |
| Отвертка с шириной лезвия 8 мм и длиной 150 мм | 1 | Уплотнение формочек асбестовым шнуром, удаление формочек после сварки |
| Щетка из кардоленты | 1 | Зачистка от шлака места сварки |
| Волосяная кисточка | 1 | Нанесение флюса на место сварки и присадочные прутки |
| «Конопатки» с полукруглым лезвием шириной 8 и 4 мм | 2 | Уплотнение формочек асбестовым шнуром |
| Защитные очки со стеклами ТИС-1 или синими стеклами | 1 | Защита глаз сварщика от света и теплового воздействия |

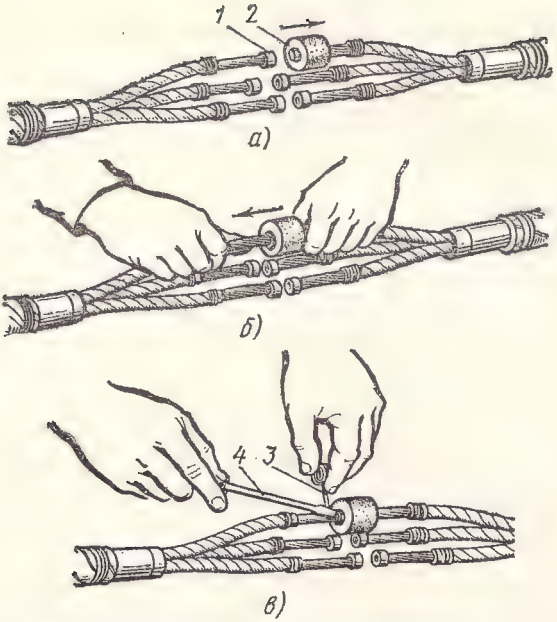



Рис. 23. Надевание на жилу трехжильного кабеля термитного патрона и уплотнение его:

*а, б* — надевание на жилу термитного патрона, *в* — уплотнение термитного патрона; *1* — алюминиевый колпачок, *2* — термитный муфель с кокилем (формочкой), *3* — асбестовый шнур, *4* — конопатка с полукруглым лезвием

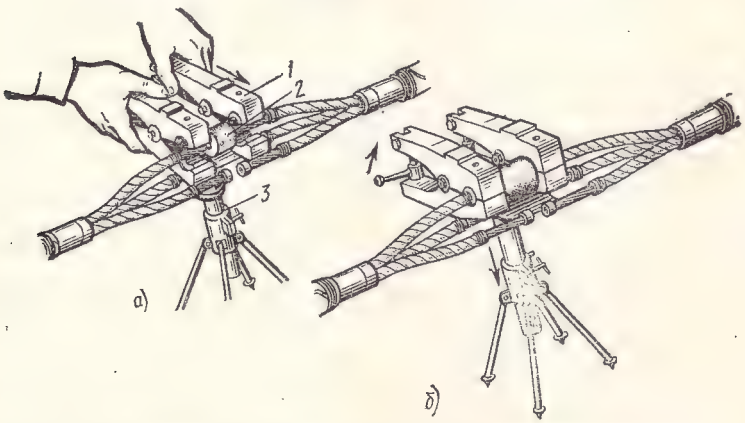



Рис. 24. Установка охладителей на жилы трехжильного кабеля (*а*) и закрепление их (*б*):

*1* — охладитель, *2* — термитный патрон, *3* — штатив

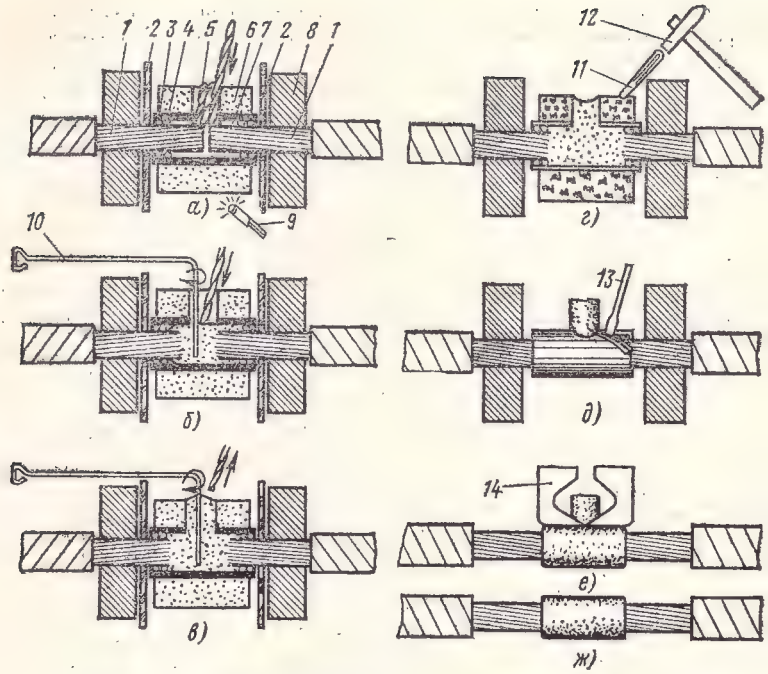



Рис. 25. Стадии термитной сварки алюминиевых жил:

*а* — поджигание термитного муфеля, *б* — сплавление присадочного прутка и расплавление жил, *в* — перемешивание плавки, *г* — скалывание муфеля, *д* — снятие кокиля, *е* — удаление литниковой прибыли (скусывание), *ж* — готовое соединение (неровности от сварки запилены); *1* — жила кабеля, *2* — асбестовый экран, *3* — стальной кокиль, *4* — асбестовый шнур, *5* — присадочный пруток, *6* — термитный муфель, *7* — алюминиевая втулка (колпачок), *8* — охладитель, *9* — термитная спичка, *10* — проволочная мешалка, *11* — зубило, *12* — молоток, *13* — отвертка, *14* — губки клещей для скусывания прибылей

При всех способах сварки обязательно применение флюса (ВАМИ) для удаления пленки оксида алюминия с поверхности свариваемых жил, а также для защиты алюминия от окисления в процессе сварки (табл. 64).

Приспособления и инструмент для термитной сварки приведены в табл. 65.

Для сварки жил следует:

подобрать термитные патроны типа А (рис. 22) в зависимости от сечения свариваемых жил (сечение жил указано маркировкой на термопатроне);

снять с концов жил изоляцию на длине: 45 мм для жил сечением 50 мм²; 50 мм для жил сечением 70 и 95 мм²; 55 мм для жил сечением 120 и 150 мм²; 55 мм для жил сечением 185 и 240 мм². На-

садить на концы жил алюминиевые колпачки, надеть термитный патрон и уплотнить вход жил в формочки (кокили) путем подмотки асбестового шнура (рис. 23);

наложить на оголенные участки жил охладители-клещи и закрепить штатив (рис. 24);

произвести сварку; для этого следует поджечь термитный патрон с помощью термитной спички (рис. 25).

## § 29. Опрессовка

В основу метода опрессовки положен принцип местного вдавливания трубчатой части наконечника (при оконцевании) или соедини-

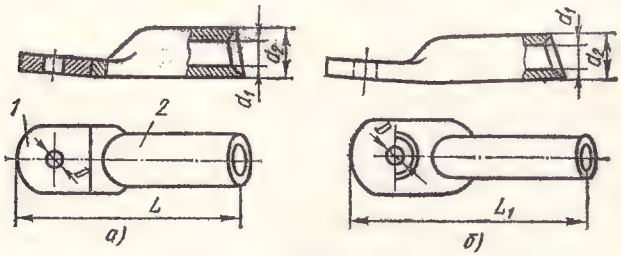



Рис. 26. Кабельные наконечники для опрессовки:
*а* — медно-алюминиевый, *б* — алюминиевый; *1* — медь, *2* — алюминий

тельной гильзы (при соединении). Опрессовка производится одним, двумя или четырьмя вдавливаниями, в зависимости от материала жил, типа гильз или наконечников и вида соединения. Оконцевание однопроволочных алюминиевых жил может быть выполнено путем формирования наконечника штамповкой из самой жилы. Для штамповки наконечника применяют пороховые прессы с набором сменных матриц и пуансонов.

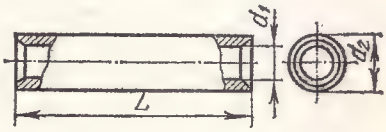



Рис. 27. Кабельная алюминиевая гильза для опрессовки ГА

**Соединение и оконцевание алюминиевых жил.** Соединение и оконцевание много- и однопроволочных жил сечением 16—240 мм² производят опрессовкой в алюминиевых и медно-алюминиевых наконечниках (рис. 26), алюминиевых соединительных гильзах (рис. 27).

Для выполнения соединения и оконцевания жил следует:

1) выбрать требуемый типоразмер наконечника, соединительной гильзы, инструмента и механизма (по табл. 66—68);

Таблица 66. **Механизмы и инструменты для соединения и оконцевания опрессовкой алюминиевых жил кабелей**

| Сечение, мм², и класс жилы | Наконечник | | Гильза алюминиевая ГА | Механизмы и инструменты | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | алюминиевый или медно-алюминиевый ТА, ТАМ | штифтовый медно-алюминиевый ТАМ | | Прессы ПГЭ-20, ПГР-20М1 | | Прессы РМП-7М, ПГЭП-2М | | Клещи ГКМ | | | Клещи ПК-1М | | |
| | | | | НИСО | $h^*$, мм | УСА | $h$, мм | матрица | пуансон | $h$, мм | матрица | пуансон | $h$, мм |
| 16КО; 16К | 16—8—5,4 | 16—5,3 | 16—5,3 | А5,4; | 5,5 | УСА-1 | 5,5 | А5,4; | А5,4; | 4,5 | 1А5,4; | 1А5,4; | 4 |
| 25КО; 25СО; 25К** | 25—8—7 | 25—7,1 | 25—7,1 | 7 | | | | 6; А7 | 6; 7 | 6 | 6; 1А7 | 6; 7 | 6 |
| 35КО; 35СО; 35К | 35—10—8 | 35—8 | 35—8 | А8; | 7,5 | УСА-2 | 7,5 | — | — | — | 1А8 | 1А8 | |
| 50КО; 50СО; 50К | 50—10—9 | 50—9 | 50—9 | 9 | | | | | | | | | |
| 70КО; 70СО; 70К | 70—10—11 | 70—11 | 70—11 | А11; 12; 13 | 9,5 | УСА-3 | 9,5 | | | | | | |
| 70С; 95КО; 95СО | 70—10—12 | 70—12 | 70—12 | | | | | | | | | | |
| 95К; 120КО; 120СО | 95—12—13 | 95—13 | 95—13 | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 95С; 150КО; | | | | | | | | | | | | | |
| 150СО; 120К | 120—12—14 | 120—14 | 120—14 | А14, | 11,5 | УСА-4 | 11,5 | | | | | | |
| 120С; 120СК | | | | | | | | | | | | | |
| 185КО; 185СО | 150—12—16 | 150—16 | 150—16 | 16,17 | | | | | | | | | |
| 150С; 150СК; 150К | 150—12—17 | 150—17 | 150—17 | | | | | | | | | | |
| 185К; 240КО; | | | | | | | | | | | | | |
| 240СО | 185—16—18 | 185—18 | 185—18 | А18, | 12,5 | | | | | | | | |
| 185С; 185СК | 185—16—19 | 185—19 | 185—19 | 19, 20 | | | | | | | | | |
| — | 240—20—20 | 240—20 | 240—20 | | | | | | | | | | |
| 240К; 240С | 240—20—22 | 240—22 | 240—22 | А22 | 14 | | | | | | | | |

* $h$ — остаточная толщина материала (мм) в месте спрессовки.

** Буквы в обозначении жил расшифровываются следующим образом: К — круглая многопроволочная; С — секторная многопроволочная; КО — круглая однопроволочная; СО — секторная однопроволочная; СК — секторная комбинированная (в центре расположена проволока большего сечения, а по периферии — проволоки меньшего сечения).

Таблица 67. **Размеры алюминиевых и медно-алюминиевых ТА, ТАМ наконечников для оконцевания жил кабелей и проводов опрессовкой**

| Типоразмер (маркировка) | Диаметр контактного стержня | Размеры (рис. 26), мм | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $d_1$ | $d_2$ | $D$ | $L_1$ | $L$ |
| 16—8—5,4 | М8 | 5,4 | 10 | 8,4 | 59 | 63 |
| 25—8—7 | | 7 | 12 | | 62 | 66 |
| 35—10—8 | М10 | 8 | 14 | 10,5 | 68 | 71 |
| 50—10—9* | | 9 | 16 | | 75 | 78 |
| 70—10—11 | | 11 | 18 | | 86 | 90 |
| 70—10—12 | | 12 | 18 | | 86 | 90 |
| 95—12—13 | М12 | 13 | 20 | 13 | 89 | 93 |
| 120—12—14 | | 14 | 22 | | 96,5 | 100,5 |
| 150—12—16 | | 16 | 24 | | 107,5 | 107,5 |
| 150—12—17 | | 17 | 24 | | 107,5 | 107,5 |
| 185—16—18 | М16 | 18 | 26 | 17 | 116,5 | 115,5 |
| 185—16—19 | | 19 | 26 | | 116,5 | 115,5 |
| 240—20—20 | М20 | 20 | 28 | 21 | 126 | 126 |
| 240—20—22 | | 22 | 30 | | 132 | 132 |
| 300—20—24 | | 24 | 34 | | 145 | 145 |

* Типоразмер (маркировка) указывается на зажимной части наконечника и обозначает: (50—10—9) для номинального сечения жилы 50 мм² и подключения к контактному стержню М10, внутренний диаметр хвостовика 9 мм.

Таблица 68. **Размеры алюминиевых гильз ГА для соединения жил кабелей и проводов опрессовкой**

| Типоразмер | Размеры (рис. 27), мм | | | Типоразмер | Размеры (рис. 27), мм | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $d_1$ | $d_2$ | $L$ | | $d_1$ | $d_2$ | $L$ |
| 16—5,3 | 5,3 | 10 | 60 | 120—14 | 14 | 22 | 100 |
| 25—7,1 | 7,1 | 12 | 63 | 150—16 | 16 | 24 | 100 |
| 35—8 | 8 | 14 | 71 | 150—17 | 17 | 24 | 100 |
| 50—9* | 9 | 16 | 71 | 185—18 | 18 | 26 | 100 |
| 70—11 | 11 | 18 | 80 | 185—19 | 19 | 26 | 100 |
| 70—12 | 12 | 18 | 80 | 240—20 | 20 | 28 | 110 |
| 95—13 | 13 | 20 | 85 | 240—22 | 22 | 30 | 120 |
| | | | | 300—24 | 24 | 34 | 140 |

* Типоразмер обозначает: (50—9) для номинального сечения жил 50 мм², внутренний диаметр гильзы 9 мм.

Таблица 69. **Инструмент для скругления однопроволочных или комбинированных жил**

| Сечение, мм², и конструкция жил | Механизмы для скругления жил | | |
|---|---|---|---|
| | РМП-7М | ПГЭ-20 | ПГР-20М1 |
| | ИСК | КС | НИСО |
| 25СО | А7-СО | — | А25 |
| 35СО | А8-СО | — | А35 |
| 50СО; 70СО | А9-СО | — | А50, 70 |
| 95СО | А11, 12-СО | — | А95 |
| 120СО | А13-СО | — | А120 |
| 150СО | — | — | А150 |
| 185СО | — | — | А185, 120СК |
| 120СК; 150СК | — | КС120, 150, 185 | 150СК |
| 185СК; 240СО | — | — | А240, 185СК |

2) подготовить к опрессовке концы жил: для этого нужно снять изоляцию и зачистить концы жил до металлического блеска щеткой из кардоленты и смазать их кварц-вазелиновой пастой. Секторные жилы необходимо предварительно скруглить: многопроволочные — универсальными плоскогубцами, а однопроволочные — в прессе при помощи специального инструмента (табл. 69);

3) произвести опрессовку: наконечника — двумя, а гильзы — четырьмя вдавливаниями.

**Соединение и оконцевание медных жил.** Соединение и оконцевание жил сечением 2,5—240 мм² производят опрессовкой в медных соединительных гильзах и медных наконечниках.

Опрессовка медных жил производится аналогично опрессовке алюминиевых жил, в соответствии с табл. 70—72. Опрессовка гильз выполняется двумя местными вдавливаниями, а наконечников — одним.

**Механизмы и инструменты.** Для выполнения опрессовки применяют в зависимости от материала, сечения и конструкции жил механизмы и инструменты, перечисленные в табл. 73.

Кроме того, для выполнения опрессовки требуется стальная щетка из кардоленты и стальной ершик (для зачистки поверхности жил и внутренней поверхности наконечников и гильз); кварц-вазелиновая паста; штангенциркуль с насадкой.

Таблица 70. Механизмы, применяемые с инструментом НИОМ для соединения и оконцевания опрессовкой медных жил кабелей

| Сечение жилы, мм² | Наконечник медный ТМ | Гильза медная ГМ | Прессы | | | Остаточная толщина материала в месте опрессовки $h$ (±0,2 мм) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ПГЭ-20 ПГР-20М1 | РМП-7М | ПГЭП-2М | |
| 16 | 6*—6; 6*—8 | 16—6* | 16 | 16 | 16 | 4,3 |
| 25 | 8—6; 8—8; 8—10 | 25—8 | 25 | 25 | 25 | 5,0 |
| 35 | 10—8; 10—10; 10—12 | 35—10 | 35 | 35 | 35 | 5,5 |
| 50 | 11—8; 11—10; 11—12 | 50—11 | 50 | 50 | 50 | 6,5 |
| 70 | 13—10; 13—12 | 70—13 | 70 | 70 | 70 | 7,3 |
| 95 | 15—10; 15—12 | 95—15 | 95 | — | 95 | 8,5 |
| 120 | 17—12; 17—16 | 120—17 | 120 | — | — | 11,0 |
| 150 | 19—12; 19—16 | 150—19 | 150 | — | — | 12,0 |
| 185 | 21—12; 21—16 | 185—21 | 185 | — | — | 13,0 |
| 240 | 24—16; 24—20 | 240—24 | 240 | — | — | 15,0 |

* Размер внутреннего диаметра хвостовика наконечника или гильзы.

Таблица 71. Размеры медных гильз ГМ для соединения жил кабелей и проводов опрессовкой

| Типоразмер | Размеры, мм | | | Типоразмер | Размеры (см. рис. 27), мм | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $d_1$ | $d_2$ | $L$ | | $d_1$ | $d_2$ | $L$ |
| 1,5—1,8 | 1,8 | 3 | 20 | 70—13 | 13 | 16 | 53 |
| 2,5—2,6 | 2,6 | 5 | 20 | 95—15 | 15 | 19 | 67 |
| 4—3 | 3 | 5 | 30 | 120—17 | 17 | 22 | 67 |
| 6—4 | 4 | 6 | 30 | 150—19 | 19 | 25 | 67 |
| 10—5 | 5 | 8 | 30 | 185—21 | 21 | 27 | 75 |
| 16—6 | 6 | 9 | 30 | 240—24 | 24 | 32 | 75 |
| 25—8 | 8 | 11 | 40 | 300—27 | 27 | 34 | 75 |
| 35—10 | 10 | 13 | 50 | | | | |
| 50—11 | 11 | 14 | 50 | | | | |

Таблица 72. **Размеры медных наконечников ТМ для оконцевания жил кабелей и проводов опрессовкой**

| Типоразмер (маркировка) | Диаметр контактного стержня | Размеры (см. рис. 26, *а*), мм | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $d_1$ | $d_2$ | $D$ | $L$ |
| 2,5—3—2,6 | М3 | 2,6 | 5 | 3,2 | 28 |
| 2,5—4—2,6 | М4 | 2,6 | 5 | 4,3 | 28 |
| 4—4—3 | | 3 | 5 | | 32 |
| 6—4—4 | | 4 | 6 | | 32 |
| 2,5—5—2,6 | М5 | 2,6 | 5 | 5,3 | 28 |
| 4—5—3 | | 3 | 5 | | 32 |
| 6—5—4 | | 4 | 6 | | 32 |
| 10—5—5 | | 5 | 8 | | 40 |
| 4—6—3 | М6 | 3 | 5 | 6,4 | 32 |
| 6—6—4 | | 4 | 6 | | 32 |
| 10—6—5 | | 5 | 8 | | 40 |
| 16—6—6 | | 6 | 9 | | 40 |
| 25—6—8 | | 8 | 11 | | 50 |
| 10—8—5 | М8 | 5 | 8 | 8,4 | 40 |
| 16—8—6 | | 6 | 9 | | 40 |
| 25—8—8 | | 8 | 11 | | 50 |
| 35—8—10 | | 10 | 13 | | 63 |
| 50—8—11 | | 11 | 14 | | 63 |
| 25—10—8 | М10 | 8 | 11 | 10,5 | 50 |
| 35—10—10 | | 10 | 13 | | 63 |
| 50—10—11 | | 11 | 14 | | 63 |
| 70—10—13 | | 13 | 16 | | 65 |
| 95—10—15 | | 15 | 19 | | 75 |
| 35—12—10 | М12 | 10 | 13 | 13 | 63 |
| 50—12—11 | | 11 | 14 | | 63 |
| 70—12—13 | | 13 | 16 | | 65 |
| 95—12—15 | | 15 | 19 | | 75 |
| 120—12—17 | | 17 | 22 | | 81 |
| 150—12—19 | | 19 | 25 | | 90 |
| 185—12—21 | | 21 | 27 | | 95 |
| 120—16—17 | М16 | 17 | 22 | 17 | 81 |
| 150—16—19 | | 19 | 25 | | 90 |
| 185—16—21 | | 21 | 27 | | 95 |
| 240—16—24 | | 24 | 32 | | 105 |
| 300—16—27 | | 27 | 34 | | 105 |
| 240—20—24 | М20 | 24 | 32 | 21 | 105 |
| 300—20—27 | | 27 | 34 | | 105 |

Таблица 73. Механизмы и инструменты для соединения и оконцевания жил кабелей и проводов методом опрессовки

| Механизм | Область применения | Инструмент |
|---|---|---|
| Пресс-клещи ПК-1М (рис. 28) | Соединение, ответвление и оконцевание алюминиевых жил в гильзах ГАО-5, ГАО-6, ГАО-8, алюминиевых и медно-алюминиевых наконечниках для жил сечением 16—35 мм² | Комплектуются в металлическом футляре с набором пуансонов и матриц |
| Пресс-клещи ПК-3 (рис. 29) | Соединение, ответвление и оконцевание алюминиевых жил в гильзах ГАО-4, ГАО-5 и ГАО-6, медных жил сечением 4—6 мм² в медных гильзах и наконечниках, медных жил сечением 1,5 и 2,5 мм² кольцевыми наконечниками | Комплектуются в металлическом футляре с набором пуансонов и матриц |
| Пресс ручной механический РМП-7М (рис. 30) | Соединение и оконцевание алюминиевых жил при опрессовке двузубым вдавливанием сечением 16—120 мм², а однозубым вдавливанием—16—240 мм². Соединение и оконцевание медных жил однозубым вдавливанием — 16—240 мм² | Применяется с НИОМ (рис. 31), ИСК (рис. 32), УСА-1—УСА-4*, IУСА-5—IУСА-6** |
| Пресс гидравлический с электроприводом ПГЭ-20 (рис. 33) | Соединение и оконцевание алюминиевых и медных жил сечением 16—240 мм² | Применяется с НИСО (рис. 34), НИОМ |
| Пресс гидравлический ручной ПГР-20М1 (рис. 35) | Соединение и оконцевание алюминиевых и медных жил сечением 16—240 мм² | Применяется с НИСО, НИОМ |
| Пиротехнические прессы ППО-95м, ППО-240 | Оконцевание однопроволочных алюминиевых жил кабеля сечением 25—95 мм² (ППО-95М), 120—240 мм² (ППО-240) выштамповкой контактной лапки с отверстием под присоединительный болт | Поставляются в металлическом футляре вместе с формующим инструментом (матрицами и пуансонами) |

* Двузубый универсальный ступенчатый инструмент.
** Однозубый универсальный ступенчатый инструмент.

Примечание. Инструменты НИСО и НИОМ поставляются в отдельных наборах с полным комплектом матриц и пуансонов.

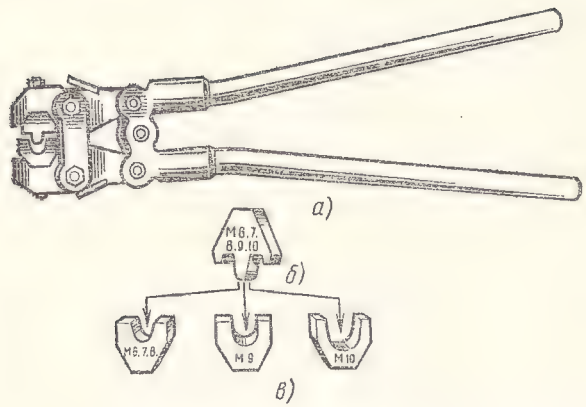



Рис. 28. Пресс-клещи ПК-1М (*а*), пуансон (*б*) и матрицы (*в*) к ним для опрессовки

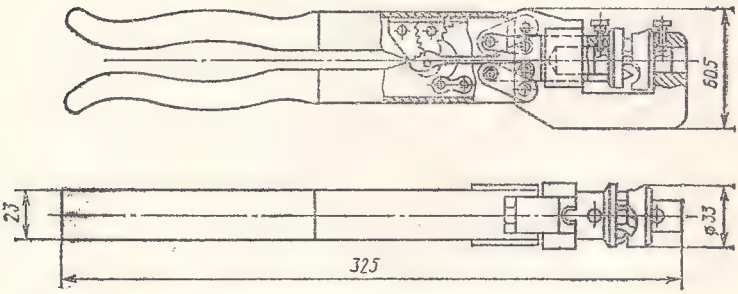



Рис. 29. Пресс-клещи ПК-3

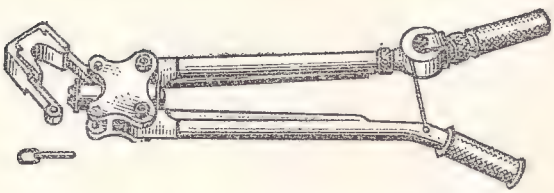


Рис. 30. Механический пресс РМП-7М для опрессовки

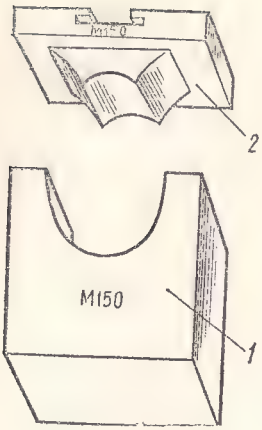



Рис. 31. Инструмент для опрессовки медных жил проводов и кабелей НИОМ:

*1* — матрица, *2* — пуансон

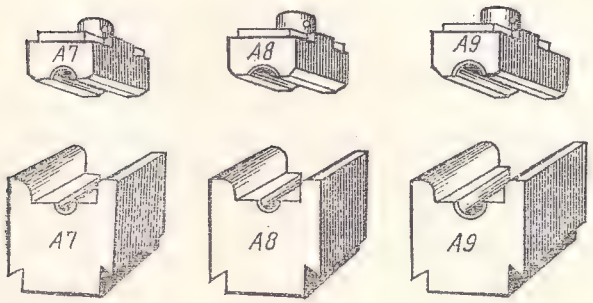



Рис. 32. Пуансоны и матрицы ИСК для скругления секторных однопроволочных алюминиевых жил

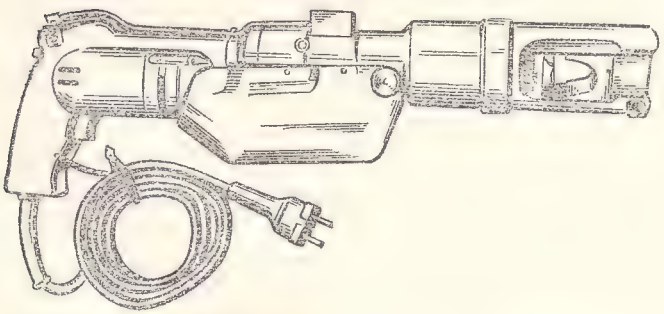


Рис. 33. Пресс гидравлический с электроприводом ПГЭ-20

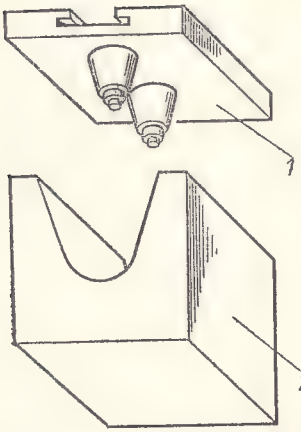



Рис. 34. Инструмент для опрессовки алюминиевых жил проводов и кабелей НИСО:

*1* — пуансон, *2* — матрица

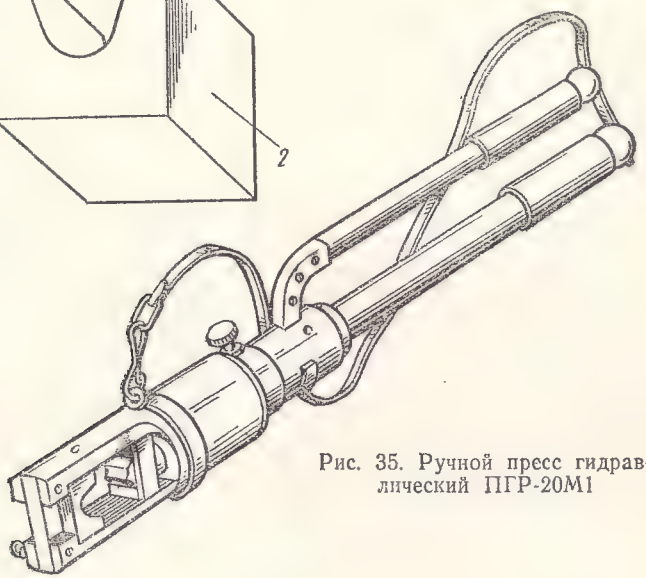


Рис. 35. Ручной пресс гидравлический ПГР-20М1

## § 30. Пайка

**Пайка алюминиевых жил.** Для пайки применяют пропан-бутановые горелки или бензиновые паяльные лампы. Рекомендуется применять припои, приведенные в табл. 74.

**Соединение многопроволочных жил сечением 16—150 мм² непосредственным сплавлением припоя.** При этом методе следует применять припой А.

Для этого следует:

снять с концов жил изоляцию на длине, указанной в табл. 75;

снять бокорезами с конца жилы повивы проволок ступенями (рис. 36, табл. 75) или отрезать их под углом 55°;

нанести припой А на всю ступенчатую поверхность повивов проволок и их торцы;

уложить концы разделанных жил в разъемную форму (рис. 37). При отсутствии разъемных форм они могут быть изготовлены на месте из кровельной стали в виде гильз с литниковыми отверстиями (табл. 76). Для предотвращения вытекания припоя зазоры, образую-

Таблица 74. **Состав и температура плавления припоев**

| Марка | Температура плавления, °С | Состав, % | | | | Область применения |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | цинк | олово | медь | алюминий | |
| А | 400—450 | 56—59 | 38,6—42,1 | 1,5—2 | — | Для лужения оболочек и пайки жил |
| ЦО-12 | 500—550 | 88 | 12 | — | — | Для пайки жил |
| Мосэнерго ЦА-15 | 550—600 | 85 | — | — | 15 | То же |

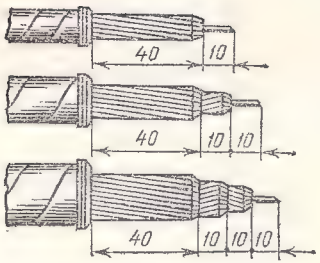



Рис. 36. Размеры ступенчатой разделки жил при пайке

Таблица 75. **Размеры ступенчатой разделки жил при пайке**

| Сечение жил, мм² | Количество ступеней | Длина участка жилы, очищенного от изоляции, мм |
|---|---|---|
| 16—35 | 1 | 50 |
| 50—95 | 2 | 60 |
| 120—150 | 3 | 70 |

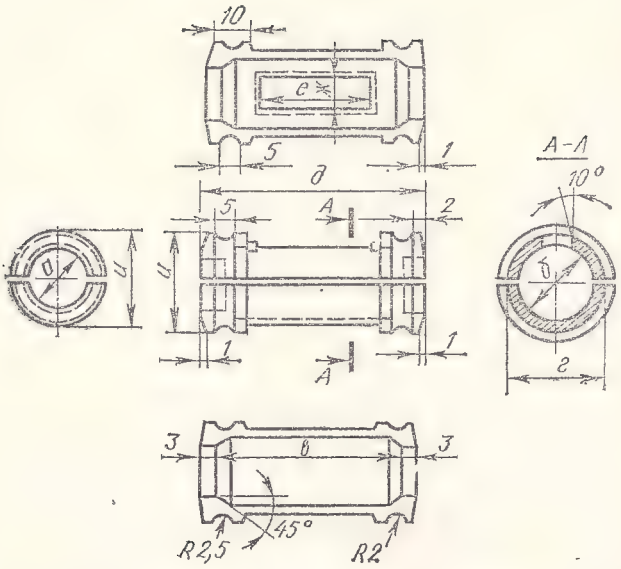



Рис. 37. Разъемные формы для пайки соединения алюминиевых жил

Таблица 76. Размеры разъемных форм (рис. 37)

| Сечение жил, мм² | *а* | *б* | *в* | *г* | *д* | *е* | *ж* | *з* | *и* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 4,6 | 8 | 70 | 11 | 80 | 40 | 4 | 5 | 18 |
| 16 | 6 | 8 | 70 | 11 | 80 | 40 | 4 | 5 | 18 |
| 25 | 7 | 10 | 70 | 13 | 80 | 40 | 5 | 5 | 19 |
| 35 | 8 | 12 | 70 | 15 | 80 | 40 | 6 | 5 | 21 |
| 50 | 9 | 14 | 70 | 17 | 80 | 40 | 7 | 5 | 23 |
| 70 | 11,5 | 16 | 70 | 19 | 80 | 40 | 8 | 5 | 25 |
| 95 | 13,0 | 18 | 70 | 21 | 80 | 40 | 9 | 5 | 27 |
| 120 | 16 | 21 | 70 | 24 | 80 | 40 | 9 | 5 | 30 |
| 150 | 16,5 | 23 | 80 | 26 | 92 | 50 | 9 | 6 | 32 |
| 185 | 18,5 | 26 | 80 | 29 | 94 | 50 | 9 | 7 | 35 |
| 240 | 21 | 29 | 80 | 32 | 95 | 50 | 10 | 7,5 | 38 |

щиеся между жилой и формой, следует уплотнить подмоткой из шнурового асбеста;

нагреть пламенем пропан-бутановой горелки форму и одновременно в пламя ввести пруток припоя, который, расплавляясь, заполняет через литниковое отверстие форму до верха.

**Соединение жил сечением 16—240 мм² поливом предварительно расплавленного припоя.** При этом методе следует применять припои ЦО-12 и ЦА-15. При выполнении соединения жил следует:

Рис. 38. Пайка алюминиевых жил поливом расплавленного припоя

уложить концы разделанных жил в разъемную форму (см. рис. 37, табл. 76);

для предотвращения вытекания припоя зазоры, образующиеся между жилой и формой, уплотнить подмоткой из шнурового асбеста;

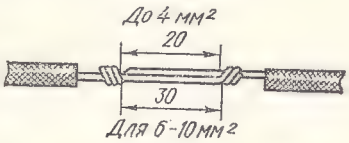



Рис. 39. Соединение проводов пайкой при двойной скрутке

установить тигель с расплавленным припоем у места пайки, а между тиглем и местом пайки — лоток из кровельной стали;

залить припой паяльной ложкой (чумичкой) через литниковое отверстие формы (рис. 38).

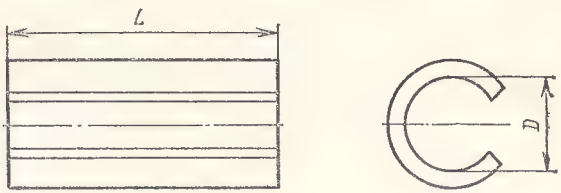



Рис. 40. Кабельная медная гильза для пайки

**Соединение однопроволочных жил сечением 2,5—10 мм² пайкой двойной скрутки с желобком** производится с применением припоя А. Длина желобка указана на рис. 39. Желобок облуживают с обеих сторон и заполняют припоем по мере прогрева места соединения.

**Пайка медных жил.** Для пайки рекомендуется применять при-

пой ПОС-40. Температура заливки припоя 238 °С. В качестве флюса применяют канифоль. Для пайки жил сечением 16—240 мм² применяют пропан-бутановую горелку.

**Соединение жил сечением 16—240 мм².** Соединение медных жил пайкой выполняют пайкой в медных гильзах (рис. 40, табл. 77) спо-

Таблица 77. **Медные гильзы для пайки**

| Обозначение | Сечение и класс жилы | Размеры (рис. 40), мм | | Обозначение | Сечение и класс жилы | Размеры (рис. 40) мм | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *D* | *L* | | | *D* | *L* |
| 4—3 | 4/1; 4/2* | 3 | 20 | 70—12 | 70/2 | 12 | 60 |
| 6—3,6 | 6/1; 6/2 | 3,6 | 20 | 95—12 | 95/1 | 12 | 60 |
| 10—4,5 | 10/1; 10/2 | 4,5 | 20 | 95—17 | 95/2* | 17 | 60 |
| 16—6 | 16/1; 16/2 | 6 | 40 | 150—17 | 150/1; 150/2 | 17 | 80 |
| 25—7 | 25/1; 25/2 | 7 | 40 | 120—19 | 120/2** | 19 | 80 |
| 35—8,5 | 35/2 | 8,5 | 40 | 185—19 | 185/1; 185/2 | 19 | 80 |
| 50—8,5 | 50/1 | 8,5 | 60 | 150—21 | 150/2** | 21 | 80 |
| 35—10 | 35/2* | 10 | 40 | 240—21 | 240/1; 240/2 | 21 | 80 |
| 50—10 | 50/2 | 10 | 60 | 185—24 | 185/2** | 24 | 80 |
| 70—10 | 70/1 | 10 | 60 | 240—27 | 240/2** | 27 | 80 |
| 50—12 | 50/2** | 12 | 60 | | | | |

* В числителе — сечение жилы (мм²), в знаменателе — класс жилы.
** Сечение секторных жил.

собом полива. Припой разогревают в графитовых или стальных тиглях на электропечи или угольной жаровне до температуры около 550 °С.

При выполнении соединения следует:

зачистить до металлического блеска внутреннюю поверхность гильзы и конец жилы на расстоянии, равном половине длины гильзы+10 мм;

покрыть флюсом соединяемые концы жил и вставить их в гильзу;

подмотать асбест на жилу между концом гильзы и краем изоляции.

Все последующие операции аналогичны соединению алюминиевых жил по способу полива расплавленным припоем (см. рис. 38).

**Оконцевание медных и алюминиевых жил сечением 16—240 мм².** Оконцевание жил выполняют медными штампованными наконечниками типа П (рис. 41, табл. 78).

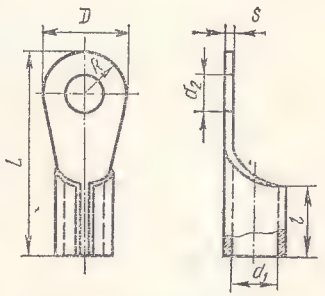



Рис. 41. Кабельный медный наконечник для пайки П

Таблица 78. **Штампованные наконечники для пайки**

| Тип | Сечение жилы, мм² | Диаметр контактного стержня, мм² | Размеры (рис. 41), мм | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $L$ | $D$ | $d_2$ | $d_1$ | $l$ | $S$ |
| П-1-4 | 1 | 4 | 17 | 8 | 4,3 | 1,5 | 5 | 0,5 |
| П-2,5-4 | 2,5 | 4 | 17 | 8 | 4,3 | 2,8 | 5 | 0,8 |
| П-4-6 | 4 | 6 | 24 | 12 | 6,4 | 3,2 | 6 | 0,8 |
| П-6-4 | 6 | 4 | 18 | 8 | 4,3 | 4,2 | 6 | 1 |
| П-10-5 | 10 | 5 | 23 | 10 | 5,3 | 5,3 | 8 | 1 |
| П-16-6 | 16 | 6 | 29 | 12 | 6,4 | 6,3 | 10 | 1,2 |
| П-25-6 | 25 | 6 | 40 | 15 | 6,4 | 8 | 16 | 2 |
| П-35-8 | 35 | 8 | 46 | 20 | 8,4 | 9 | 18 | 2 |
| П-50-8 | 50 | 8 | 50 | 20 | 8,4 | 10 | 20 | 2,5 |
| П-70-10 | 70 | 10 | 60 | 25 | 10,5 | 13 | 24 | 3 |
| П-95-10 | 95 | 10 | 70 | 25 | 10,5 | 16 | 28 | 4 |
| П-120-10 | 120 | 10 | 70 | 25 | 10,5 | 16 | 28 | 4 |
| П-150-12 | 150 | 12 | 85 | 35 | 13 | 18 | 32 | 5 |
| П-185-12 | 185 | 12 | 90 | 35 | 13 | 20 | 36 | 5 |
| П-240-16 | 240 | 16 | 100 | 46 | 17 | 24 | 36 | 5 |

При выполнении оконцевания следует:

снять изоляцию с конца жилы на расстоянии, равном длине гильзы наконечника+10 мм;

обжать секторную жилу и удалить с ее конца пропиточный кабельный состав, смазать конец жилы флюсом или паяльным жиром и облудить жилу;

надеть наконечник на жилу и у торца его наложить два-три слоя асбеста;

подогреть наконечник пламенем пропан-бутановой горелки и заполнить его гильзу предварительно расплавленным припоем.

## § 31. Электрическая и газовая сварка

Электросварка контактным разогревом основана на использовании теплоты, выделяющейся в месте контакта угольного электрода с торцом расплавленной жилы. Газовая сварка основана на выделении теплоты при сгорании горючих газов в смеси с кислородом. Для защиты изоляции от перегрева применяют специальные охладители жил. При газовой сварке осуществляется защита изоляции от непосредственного действия пламени. Для сварки применяют флюсы ВАМИ и АФ-4а.

Соединение многопроволочных алюминиевых жил сечением 16—240 мм² в открытых формах — сварка встык (рис. 42). Соединение жил этим способом осуществляют в два приема: сплавлением концов жил в монолитный стержень и сваркой сплавленных концов жил в открытой форме.

При выполнении соединения следует:

выбрать необходимые для сварки формы и втулки;

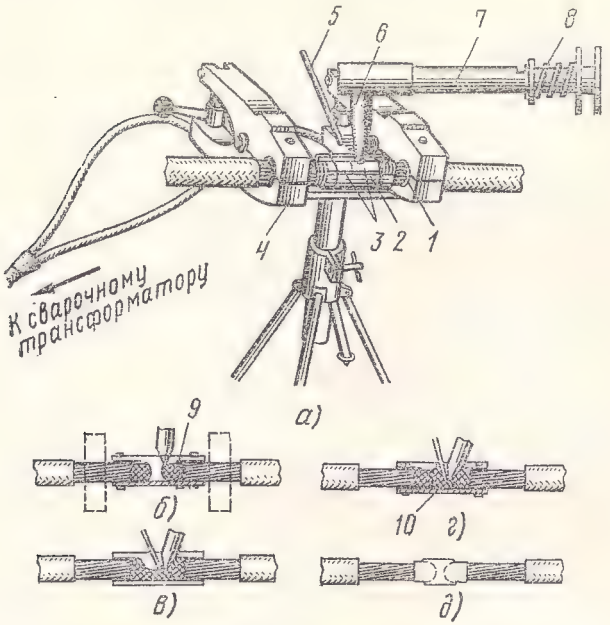



Рис. 42. Сварка сплавленных концов жил в открытой форме:

*а* — положение жил, электрода и охладителей при сварке, *б* — начало сварки, *в* — присадка алюминиевого прутка в ванночку, *г* — сплав заполнил полностью все пространство между жилами, *д* — готовое соединение жил; *1* — концы жил, очищенные от изоляции, *2* — форма для сварки, *3* — сплавленные концы жил, *4* — охладитель, *5* — присадочный алюминиевый пруток, *6* — угольный электрод, *7* — электрододержатель, *8* — пружина, *9* — асбестовое уплотнение, *10* — сварочная ванна

подключить к сети сварочный трансформатор. Ток при сварке колеблется в зависимости от сечения жил в пределах 150—450 А (технологические данные для сварки приведены в табл. 79);

подготовить жилу и надеть на нее разъемную цилиндрическую форму;

установить охладители и сплавить концы жилы в общий монолит;

Таблица 79. **Технологические данные сварки алюминиевых многопроволочных жил встык**

| Сечение жил, мм² | Длина участка жилы, очищенного от изоляции, мм | Количество сварочных трансформаторов мощностью 1 кВ·А | Продолжительность сварки, мин |
|---|---|---|---|
| 16—25 | 60 | 1 | 0,5 |
| 35—50 | 60 | 1 | 0,6 |
| 70—95 | 65 | 2 | 0,7—1,5 |
| 120—150 | 70 | 2 | 1,5—2 |
| 185—240 | 75 | 2 | 2—3 |

уложить соединяемые жилы в открытую желобчатую стальную форму и сплавить жилы (см. рис. 42).

**Оконцевание многопроволочных алюминиевых жил сечением 16—240 мм² с применением литых наконечников ЛА** (рис. 43). Выбор наконечников производится по табл. 80. Технологические данные для оконцевания жил наконечниками приведены в табл. 81.

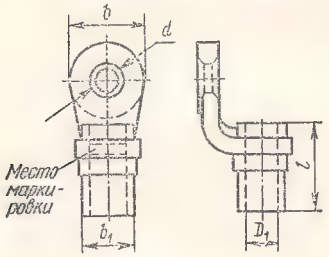



Рис. 43. Наконечник ЛА кабельный из алюминиевого сплава для сварки

Для оконцевания жил следует: подготовить жилу и надеть на нее наконечник; установить охладители и приварить наконечник (рис. 44).

**Соединение многопроволочных алюминиевых жил сечением 16—240 мм² в открытых формах.** Соединение жил выполняют в пропано-, ацетилено- или бензино-кислородном пламени. Сварку производят в два приема: сначала жилы сплавляют в монолитные стержни, а затем сваривают. До начала сварки по табл. 82 выбирают соответствующий наконечник или мундштук, сварочные формы и т. д. Размеры разделки концов жил приведены в табл. 83.

Таблица 80. **Размеры наконечников алюминиевых литых ЛА, закрепляемых сваркой**

| Типоразмер | Сечение жил, мм² | Размеры (см. рис. 43), мм | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | *d* | *b* | $b_1$ | $D_1$ |
| 16ЛА10-5,5 | 16 | 5,5 | 10 | 9,4 | 5,4 |
| 16ЛА15-6,6 | | 6,6 | 15 | | |
| 16ЛА20-9 | | 9,0 | 20 | | |

*Продолжение табл. 80*

| Типоразмер | Сечение жил, мм² | Размеры (см. рис. 43), мм | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $d$ | $b$ | $b_1$ | $D_1$ |
| 25-35ЛА10-5,5 | 25—35 | 5,5 | 10 | 12,0 | 8,0 |
| 25-35ЛА15-6,6 | | 6,6 | 15 | | |
| 25-35ЛА20-9 | | 9,0 | 20 | | |
| 25-35ЛА25-11 | | 11 | 25 | | |
| 25-35ЛА35-14 | | 14 | 35 | | |
| 50-70ЛА15-6,6 | 50—70 | 6,6 | 15 | 15,0 | 12,0 |
| 50-70ЛА20-9 | | 9,0 | 20 | 16,0 | |
| 50-70ЛА25-11 | | 11,0 | 25 | | |
| 50-70ЛА35-14 | | 14,0 | 35 | | |
| 95-120ЛА20-9 | 95—120 | 9,0 | 20 | 20,0 | 16,0 |
| 95-120ЛА25-11 | | 11,0 | 25 | 21,0 | |
| 95-120ЛА35-14 | | 14,0 | 35 | | |
| 95-120ЛА50-18 | | 18,0 | 50 | | |
| 150-185ЛА20-9 | 150—185 | 9,0 | 20 | 20,0 | 19,0 |
| 150-185ЛА25-11 | | 11,0 | 25 | 25,0 | |
| 150-185ЛА35-14 | | 14,0 | 35 | | |
| 150-185ЛА50-18 | | 18,0 | 50 | | |
| 240ЛА25-11 | 240 | 11,0 | 25 | 25,0 | 22,0 |
| 240ЛА35-14 | | 14,0 | 35 | 28,5 | |
| 240ЛА50-18 | | 18,0 | 50 | | |

**Таблица 81. Технологические данные оконцевания жил литыми кабельными наконечниками**

| Сечение жил, мм² | Длина участка жилы, очищенного от изоляции, мм | Количество сварочных трансформаторов мощностью 1 кВ·А | Продолжительность сварки, мин |
|---|---|---|---|
| 16—25 | 50 | 1 | 0,7—0,8 |
| 35—50 | 55 | 1 | 0,8—1 |
| 70—95 | 55 | 2 | 0,8—1 |
| 120—150 | 70 | 2 | 1,2—1,5 |
| 185—240 | 75 | 2 | 2,0—2,5 |

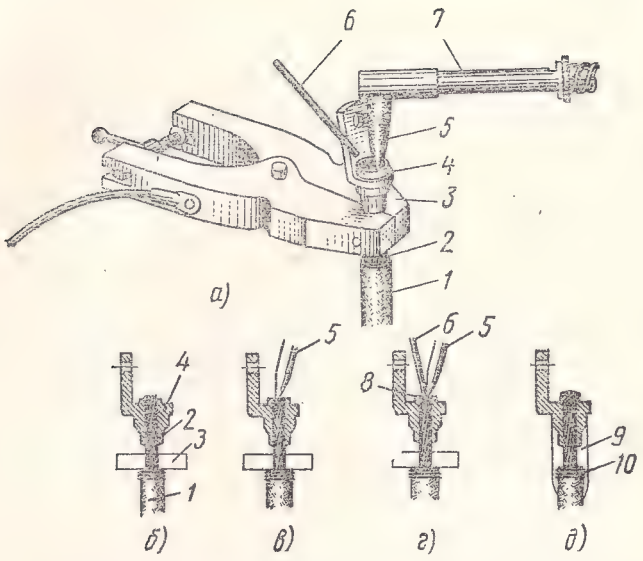



Рис. 44. Приварка литого алюминиевого наконечника к алюминиевой жиле:

*а* — положение жилы, электрода и охладителей при сварке, *б* — оконцевание жилы наконечником, подготовленное к сварке, *в* — сплавление торца жилы, *г* — присадка алюминиевого прутка и расплавление венчика наконечника, *д* — готовое оконцевание; *1* — алюминиевая жила, *2* — участок жилы, очищенный от изоляции, *3* — охладитель, *4* — наконечник, *5* — угольный электрод, *6* — присадочный пруток, *7* — электрододержатель, *8* — расплавленный металл, *9* — поверхность накладываемой изоляции, *10* — нитяной бандаж

Таблица 82. **Выбор наконечников и мундштуков для газовой сварки алюминиевых жил**

| Сечение жил, мм² | Номера наконечников ацетилено-кислородной горелки СУ | Номера мундштуков бензино-кислородной горелки |
|---|---|---|
| 10—25 | 1 | 1 |
| 25—50 | 1—2 | 1 |
| 70—95 | 2 | 2 |
| 120—150 | 3 | 3 |
| 195—240 | 3—4 | 4 |

При выполнении соединения следует:

подготовить жилу и надеть на нее разъемную цилиндрическую форму (табл. 76);

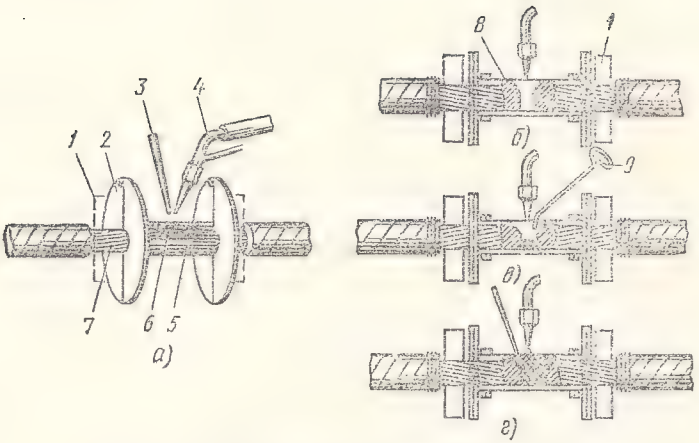



Рис. 45. Сварка сплавленных концов жил:

*а* — положение жил, форм и охладителей при сварке, *б* — разогревание сплавленных в монолит концов жил, *в* — перемешивание плавки, *г* — присадка алюминиевого прутка; *1* — охладители, *2* — защитные экраны, *3* — алюминиевый присадочный пруток, *4* — сварочная горелка, *5* — желобчатая форма, *6* — проволочный бандаж, *7* — очищенный от изоляции участок жилы, *8* — асбестовая обмотка, *9* — мешалка

Таблица 83. **Размеры разделки концов жил для сплавления жил в монолитный стержень при газовой сварке**

| Сечение жилы, мм² | Длина конца жилы, очищаемого от изоляции, мм | Расплавляемый участок жилы *h*, мм | Сечение жилы, мм² | Длина конца жилы, очищаемого от изоляции, мм | Расплавляемый участок жилы *h*, мм |
|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 45 | 3 | 95 | 65 | 4 |
| 25 | 45 | 3 | 120 | 65 | 4 |
| 35 | 52 | 3 | 150 | 70 | 4 |
| 50 | 55 | 3 | 185 | 70 | 4 |
| 70 | 60 | 4 | 240 | 75 | 5 |

установить охладители, экраны и сплавить концы жилы в общий монолит;

уложить соединяемые жилы в форму и сплавить их (рис. 45); продолжительность операции сплавления определяется по табл. 84.

**Оконцевание многопроволочных алюминиевых жил сечением 16—240 мм² с применением литых наконечников ЛА.** Выбор наконечников производят по табл. 80.

Для оконцевания жил следует подготовить жилу и надеть на нее

Таблица 84. **Продолжительность операции по сплавлению концов жил и сварке их** (время нагрева однопламенной сварочной горелкой), с

| Сечение жилы, мм² | Сплавление концов жил в монолитные стержни горелкой | | Сварка жил горелкой | |
|---|---|---|---|---|
| | ацетилено-кислородной | бензино-кислородной | ацетилено-кислородной | бензино-кислородной |
| 50 | 45 | 70 | 50 | 900 |
| 120 | 60 | 100 | 65 | 124 |
| 240 | 70 | 120 | 80 | 01 |

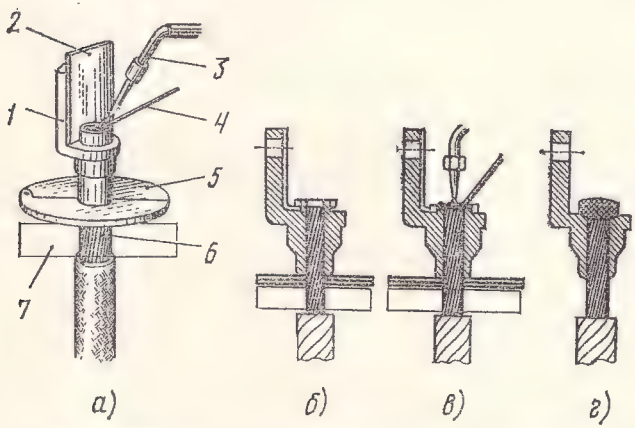



Рис. 46. Приварка литого алюминиевого наконечника к алюминиевой жиле:

*а* — положение жилы, наконечника и охладителя при сварке, *б* — наконечник, надетый на жилу для сварки, *в* — расплавление торца жилы и венчика наконечника, *г* — готовое оконцевание; *1* — алюминиевый наконечник, *2* — форма-экран, *3* — горелка, *4* — алюминиевый присадочный пруток, *5* — защитный экран, *6* — очищенный от изоляции участок жилы, *7* — охладитель

Таблица 85. **Продолжительность приварки кабельных наконечников** (время нагрева однопламенной сварочной горелкой), с

| Сечение жилы, мм² | Продолжительность приварки горелкой | |
|---|---|---|
| | ацетилено-кислородной | бензино-кислородной |
| 50 | 65 | 105 |
| 120 | 90 | 150 |
| 240 | 105 | 180 |

наконечник; установить охладитель и экран и приварить наконечник (рис. 46). Продолжительность приварки определяется по табл. 85.

## ГЛАВА V

## СОЕДИНЕНИЕ И ОКОНЦЕВАНИЕ КАБЕЛЕЙ

### § 32. Общие указания по монтажу муфт и заделок

Монтаж муфт должен производиться в помещении или палатке при температуре не ниже 10 °С, для чего в холодное время должен быть применен искусственный обогрев с помощью специальных обогревателей, тепловоздуходувок и т. п.

Для монтажа соединительных муфт кабелей, проложенных непосредственно в земле, должен быть подготовлен котлован. Размеры котлована: 2,5×1,5 м для муфт на напряжение до 10 кВ и 4×2 м для муфт на напряжение 20—35 кВ.

Разделка конца кабеля заключается в последовательном и ступенчатом удалении на определенной длине защитных покровов, брони, оболочки и изоляции кабеля. Размеры разделки определяются конструкцией муфты или заделки, напряжением кабеля и сечением его жил.

Бумажная изоляция кабелей перед монтажом муфт и заделок обязательно проверяется на отсутствие влаги погружением ее в нагретый до температуры 150 °С парафин. Признаком наличия влаги являются потрескивание и выделение пены. При обнаружении увлажненной изоляции от конца кабеля отрезают участки длиной 250—300 мм и производят повторную проверку. Эту операцию повторяют до получения положительного результата.

Процесс монтажа муфты или заделки после снятия оболочки кабеля должен вестись непрерывно до его окончания и герметизации кабеля.

Выбор провода заземления для всех маркоразмеров кабельной арматуры производят в соответствии с табл. 86.

Таблица 86. **Выбор провода заземления**

| Сечение провода заземления, мм² | Для кабелей с сечением жил мм² | Сечение провода заземления, мм² | Для кабелей с сечением жил, мм² |
|---|---|---|---|
| 6 | До 10 | 16 | 50; 70; 95; 120 |
| 10 | 16; 25; 35 | 25 | 150; 185; 240 |

### § 33. Области применения муфт и заделок

Выбор муфт и заделок производится в соответствии с табл. 87—89.

Таблица 87. **Концевые заделки внутренней установки для кабелей с бумажной изоляцией**

| Наименование и марка заделки или муфты | Напряжение кабеля, кВ | Указания по применению в помещениях | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | для разности уровней 10 м и более (для нижней заделки) | сухих (относительная влажность не более 60 %) | влажных (относительная влажность 61—75 %) | сырых и особо сырых (относительная влажность более 75 %) | жарких, сухих | с проводящей пылью | с химически активной средой (кроме взрывоопасных) | пожароопасных |
| Эпоксидная с наиритовыми трубками КВЭн | 6; 10 | Следует применять | Рекомендуется | Рекомендуется | Допускается | Рекомендуется | Рекомендуется при условии периодической чистки | Рекомендуется при условии предохранения от контакта с химически активными веществами в жидком виде | Рекомендуется |
| Эпоксидная с трехслойными трубками КВЭт | 1; 6; 10 | То же | То же | Следует применять | Рекомендуется | То же | То же | То же | Допускается |
| Сухая из самосклеивающихся лент КВсл* | 1; 6; 10 | Не следует применять | » | Не следует применять | Не следует применять | Рекомендуется | Не следует применять | » | То же |
| Эпоксидная с переходом на жилы кабеля с пластмассовой изоляцией КВЭп | 1; 6; 10 | Следует применять | Допускается | Рекомендуется | Следует применять | Допускается | Рекомендуется | » | » |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Резиновая перчатка с заполнением КВРз | 6 | Не следует применять | Рекомендуется | Допускается | Не следует применять | То же | Не следует применять | То же | Не следует применять |
| Резиновая перчатка без заполнения КВР | 1 | То же | Следует применять | Рекомендуется | То же | » | Допускается при условии периодической чистки | » | Допускается |
| Термоусаживаемая полиэтиленовая перчатка КВТп | 1 | Допускается | Допускается | Допускается | Не следует применять | Допускается | Допускается | Допускается при условии предохранения от контакта с химически активными веществами в жидком виде | Не следует применять |
| Стальная воронка с битумным составом КВБ | 1; 6; 10 | Не следует применять | То же | То же | Допускается | Не следует применять | Не следует применять | То же | Не следует применять |
| Эпоксидная муфта КВЭО | 20; 35 | Следует применять | Следует применять | Следует применять | Следует применять | Следует применять | Рекомендуется при условии периодической чистки | » | Допускается |

* Заделки КВсл рекомендуют применять при разности уровней до 5 м, кроме того, их допускается применять при разностях уровней до 10 м.

Таблица 88. Соединительные муфты для кабелей с бумажной изоляцией

| Марка муфты | Напряжение кабеля, кВ | Область применения | Дополнительные сведения |
|---|---|---|---|
| Соединительная эпоксидная с поперечным разъемом СЭ | 6; 10 | Следует применять в земле, туннелях, каналах, эстакадах и других кабельных сооружениях на трассах с разностью уровней между высшей и низшей точками до 25 м | При разности уровней более 25 м применяется в качестве стопорной<br>При открытой прокладке применяется с кожухом |
| Соединительная эпоксидная с продольным разъемом СЭв | 1; 6; 10 | То же | То же |
| Соединительная свинцовая СС | 6; 10 | То же | При всех видах прокладки применяется с кожухом |
| Соединительные чугунные СЧ и СЧм (малогабаритные) | 1 | Следует применять для соединения трех- и четырехжильных кабелей при всех способах прокладки | Выпускаются также ответвительные:<br>ОЧу — угловая,<br>ОЧт — тройниковая, ОЧк—крестообразная |
| Соединительная латунная однофазная СЛО | 20; 35 | Следует применять при всех видах прокладки в сетях с незаземленной нейтралью при разности уровней между высшей и низшей точками до 15 м | Для кабелей с изоляцией, пропитанной нестекающим составом, разность уровней не ограничивается.<br>При всех видах прокладки применяется с кожухом |

Таблица 89. Концевые муфты наружной установки для кабелей с бумажной изоляцией

| Наименование и марка | Напряжение кабеля, кВ | Указания по применению |
|---|---|---|
| Мачтовая 3КМ и 4КМ<br>Эпоксидная КНЭ | 1 | Следует применять |
| С вертикальными выводами КН<br>Мачтовая КМ<br>Эпоксидная КНЭ | 6—10 | То же |

*Продолжение табл. 89*

| Наименование и марка | Напряжение кабеля, кВ | Указания по применению |
|---|---|---|
| Металлическая с фарфоровым изолятором КНО | 20—35 | Следует применять |

Примечание. На 6—10 кВ выбор между концевой муфтой КН (с вертикально расположенными изоляторами) и мачтовой муфтой КМ (с наклонно расположенными изоляторами) определяется удобством монтажа. Мачтовую муфту применяют преимущественно для присоединения к воздушным линиям.

## § 34. Концевые заделки внутренней установки

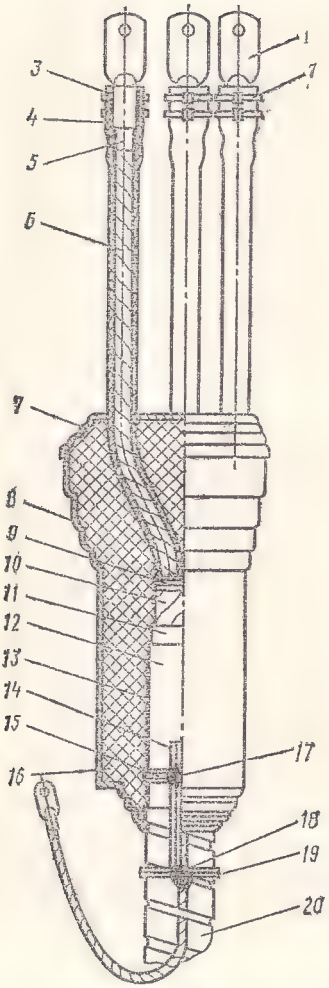
**Концевые эпоксидные заделки КВЭ** на 1, 6 и 10 кВ (рис. 47) применяют следующих исполнений: КВЭт — с термоусаживаемыми поливинилхлоридными трубками; КВЭк — с кремнийорганическими трубками; КВЭн — с трубками из найритовой резины; КВЭт — с трехслойными трубками, состоящими из среднего полиэтиленового слоя и внутреннего и наружного слоев из поливинилхлорида (рис. 48). Корпус заделки круглый или овальный всех исполнений отливают из эпоксидного компаунда в пластмассовой форме. Марку концевой заделки КВЭ выбирают по табл. 90. Необходимое количество материалов и изделий для монтажа заделок КВЭ и диаметры трубок для герметизации жил приведены в табл. 91, 92. Размеры разделки кабеля приведены в табл. 93.

Таблица 90. Концевые заделки КВЭ

| Маркоразмеры заделки | Сечение жил кабеля, мм², при напряжении, кВ | | | | Основные размеры, мм корпуса заделки, отливаемого в форму | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | трехжильного до 1 | четырехжильного до 1 | 6 | 10 | *S* | *H* | *D* |
| КВЭ-1 | До 70 | До 50 | 10—35 | — | 15 | 160 | 80 |
| КВЭ-2 | 95 | — | 50 | 16—35 | 25 | 185 | 90 |
| КВЭ-3 | 120—150 | — | 70—95 | 50—70 | 25 | 190 | 100 |
| КВЭ-4 | 185 | — | 120—150 | 95—120 | 25 | 195 | 110 |
| КВЭ-5 | 240 | 70—95 | 185 | 150 | 25 | 205 | 120 |
| КВЭ-6 | — | 120—185 | 240 | 185—240 | 25 | 225 | 135 |

Примечание. *S* — расстояние между жилами на выходе из заделки.

**Концевая заделка КВсл на 1, 6 и 10 кВ** (рис. 50). Заделку изготовляют из самоскленвающихся лент, снаружи жилы защищают подмоткой из липкой ленты ПВХ. Маркоразмеры заделки выбирают



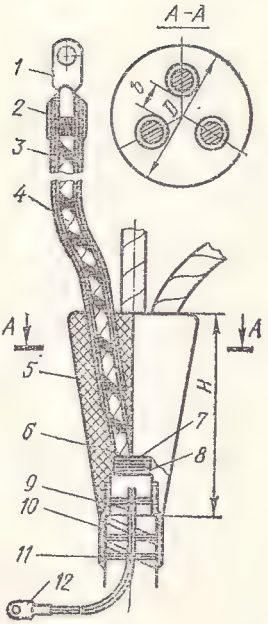




Рис. 48. Концевая заделка КВЭт, выполненная с применением съемной формы:

*1* — наконечник, *2* — подмотка из хлопчатобумажной ленты с обмазкой эпоксидным компаундом, *3* — трехслойная трубка, *4* — изоляция жилы, *5* — эпоксидный корпус, *6* — подмотка из липкой поливинилхлоридной ленты, *7* — бандаж из пряжи, *8* — поясная изоляция, *9* — провод заземления, *10* — проволочный бандаж, *11* — подмотка из хлопчатобумажной ленты с промазкой эпоксидным компаундом, *12* — наконечник провода заземления

Рис. 47. Концевая заделка КВЭ в пластмассовой форме:

*1* — наконечник, *2* — металлический бандаж, *3*, *13* — подмотка из ленты ЛЭТСАР ЛПм или хлопчатобумажной ленты с промазкой эпоксидным компаундом, *4* — термоусаживаемая, кремнийорганическая или найритовая трубка, *5* — жила, *6* — изоляция жилы, *7* — крышка формы, *8* — форма, *9* — бандаж из пряжи, *10* — поясная изоляция, *11* — ступень полупроводящей бумаги, *12* — металлическая оболочка, *14* — провод заземления, *15*, *19* — проволочный бандаж, *16* — эпоксидный компаунд, *17*, *18* — места пайки, *20* — броня кабеля

Таблица 91. Материалы и изделия для монтажа заделки КВЭ

| Материал или изделие | Расход на заделку | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | КВЭ-1 | КВЭ-2 | КВЭ-3 | КВЭ-4 | КВЭ-5 | КВЭ-6 |
| Форма пластмассовая несъемная, шт. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Крышка формы, шт. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Мешалка, шт. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Лоток, шт. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Бандаж металлический в сборе, шт. | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Трубка термоусаживаемая поливинилхлоридная, или кремнийорганическая, или найритовая, или трехслойная, шт. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Смесь эпоксидного компаунда К-176, К-115 или Э-2200 с пылевидным кварцем КП-2 или КП-3, кг | 0,45 | 0,7 | 0,83 | 1,1 | 1,4 | 2 |
| Отвердитель, кг: | | | | | | |
| полиэтиленполиамин (для компаунда К-176, К-115 и Э-2200) | 0,018 | 0,028 | 0,034 | 0,045 | 0,056 | 0,08 |
| или диэтилентриамин (для Э-2200) | 0,018 | 0,028 | 0,034 | 0,045 | 0,056 | 0,08 |
| или УП-0633М (для К-176 и К-115) | 0,041 | 0,063 | 0,075 | 0,099 | 0,125 | 0,18 |
| Жир паяльный, кг | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 |
| Лак кремнийорганический КО-916, кг | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 |
| Лента поливинилхлоридная шириной 20 мм и толщиной 0,3 мм, кг | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| Лента самоскленвающаяся маслостойкая ЛЭТСАР ЛПм, кг, или лента хлопчатобумажная киперная, м | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Нитки хлопчатобумажные или капроновые, м | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 6 |
| Парафин, кг | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Перчатки резиновые медицинские, пар | По 1 паре на три заделки | | | | | |
| Припой, кг: | | | | | | |
| ПОССу 30-0,5 или ПОС-40 | 0,3 | 0,35 | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,5 |
| А | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| Провод медный луженый гибкий класса IV, оконцованный наконечником, шт. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

| Материал или изделие | Расход на заделку | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | КВЭ-1 | КВЭ-2 | КВЭ-3 | КВЭ-4 | КВЭ-5 | КВЭ-6 |
| Проволока стальная оцинкованная диаметром 1—1,4 мм, м | 2 | 2 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Клей ПЭД-Б, кг | 0,08 | 0,08 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Салфетка бязевая площадью 0,09 м², шт. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ветошь обтирочная, сорт 625, кг | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |

Примечания: 1. Клей ПЭД-Б применяется при монтаже заделок КВЭтв, а также для заделок всех исполнений при оконцевании кабелей ААШв. 2. Количество припоя ПОССу 30-0,5 (или ПОС-40) приведено для оконцевания жил пайкой. При другом способе оконцевания количество припоя сокращается до 0,06 кг. 3. Длина поставляемых трубок составляет 1 м.

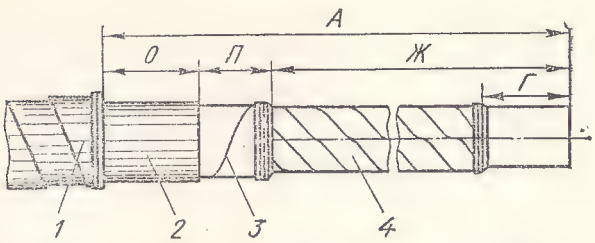



Рис. 49. Разделка кабеля для монтажа концевых заделок:

*1* — броня, *2* — оболочка, *3* — поясная изоляция, *4* — жила с заводской изоляцией

по табл. 94. Разделка кабеля выполняется аналогично (табл. 93), при этом размер О равен 50 мм для всех маркоразмеров. Материалы и изделия для монтажа приведены в табл. 95.

**Концевые заделки КВР, КВРз на 1, 6 кВ.** Заделка состоит из резиновой перчатки, к пальцам которой для герметизации жил приклеены резиновые трубки. Внутренние полости перчатки в заделках КВРз заполняют изоляционной массой. Маркоразмеры заделок и размеры разделки кабеля приведены в табл. 96.

**Концевая заделка КВТп на 1 кВ (рис. 51).** Заделка состоит из перчатки, к пальцам которой приклеивают термоусаживаемые поли-

Таблица 92. **Диаметры трубок для герметизации жил при монтаже заделки КВЭ**

| Сечение жилы кабеля, мм² | Конструкция жилы | Диаметры, мм, термоусаживаемых трубок при напряжении кабеля, кВ | | | Внутренний диаметр, мм, найритовых, трехслойных и кремнийорганических трубок при напряжении кабеля, кВ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 6 | 10 | 1 | 6 | 10 |
| 10 | Многопроволочная | — | — | — | 10 | 10 | — |
| | Однопроволочная | 10/5 | 12/6 | — | 10 | 10 | — |
| 16 | Многопроволочная | — | — | — | 10 | 12 | 14 |
| | Однопроволочная | 12/6 | 16/8 | 16/8 | 10 | 12 | 12 |
| 25 | Многопроволочная | 12/6 | 20/10 | 20/10 | 12 | 14 | 16 |
| | Однопроволочная | 12/6 | 20/10 | 20/10 | 10 | 12 | 14 |
| 35 | Многопроволочная | 16/8 | 20/10 | 20/10 | 12 | 14 | 16 |
| | Однопроволочная | 16/8 | 20/10 | 20/10 | 12 | 12 | 14 |
| 50 | Многопроволочная | 16/8 | 24/12 | 24/12 | 14 | 18 | 20 |
| | Однопроволочная | 16/8 | 20/10 | 24/12 | 12 | 14 | 16 |
| 70 | Многопроволочная | 16/8 | 24/12 | 24/12 | 16 | 20 | 20 |
| | Однопроволочная | 16/8 | 24/12 | 24/12 | 14 | 18 | 18 |
| 95 | Многопроволочная | 20/10 | 24/12 | 24/12 | 18 | 22 | 24 |
| | Однопроволочная | 20/10 | 24/12 | 24/12 | 16 | 18 | 20 |
| 120 | Многопроволочная | 20/10 | 28/14 | 28/14 | 20 | 24 | 26 |
| | Однопроволочная | 20/10 | 28/14 | 28/14 | 18 | 20 | 22 |
| 150 | Многопроволочная | 24/12 | 28/14 | 28/14 | 22 | 24 | 26 |
| | Однопроволочная | 24/12 | 28/14 | 28/14 | 20 | 24 | 26 |
| 185 | Многопроволочная | 24/12 | 32/16 | 32/16 | 24 | 26 | 29 |
| | Однопроволочная | 24/12 | 32/16 | 32/16 | 22 | 26 | 28 |
| 240 | Многопроволочная | 28/14 | 32/18 | 32/18 | 26 | 29 | 31 |
| | Однопроволочная | 28/14 | 32/18 | 32/18 | 24 | 28 | 29 |

Примечания: 1. Для термоусаживаемых трубок в числителе приведен внутренний диаметр трубки в состоянии поставки, а в знаменателе — после усадки в свободном состоянии. 2. Длина трубки определяется длиной жил с таким расчетом, чтобы верхняя часть трубки перекрывала цилиндрическую часть наконечника, а нижний конец, срезанный под углом 45°, входил в эпоксидный корпус не менее чем на 30 мм.

Таблица 93. **Размеры разделки кабеля**

| Маркоразмер заделки | Размеры (рис. 49), мм | | |
|---|---|---|---|
| | А | О | П |
| КВЭ-1 | Ж+60 | 35 | 25 |
| КВЭ-2—КВЭ-6 | Ж+75 | 50 | 25 |

Примечания: 1. Длина разделки жил (размер Ж) должна быть принята в зависимости от условий присоединения, но не менее 150 мм для кабелей до 1 кВ, 250 мм при 6 кВ и 400 мм при 10 кВ. 2. Размер Г определяется способом оконцевания жил.

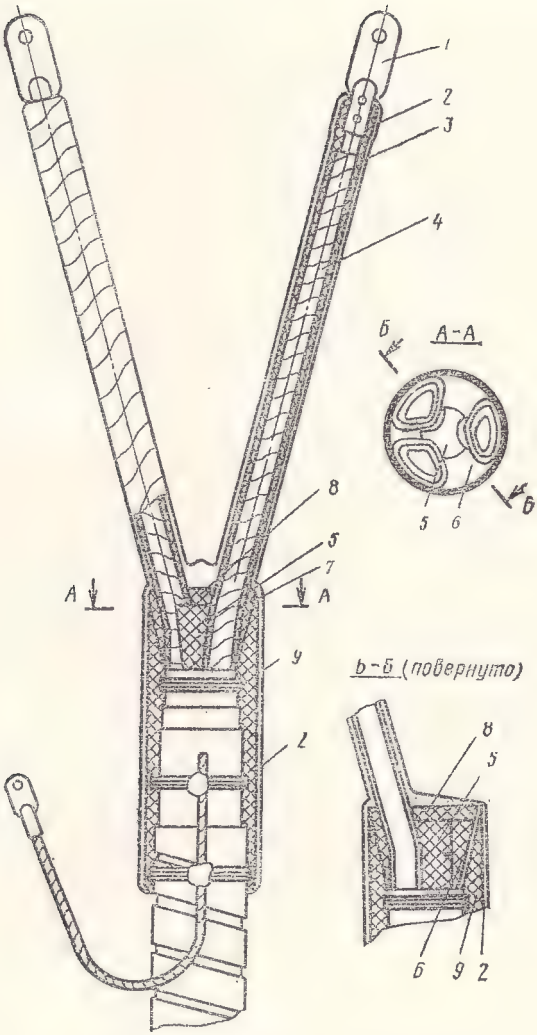



Рис. 50. Общий вид концевой заделки КВсл:

*1* — наконечник, *2* — подмотка из поливинилхлоридных лент, *3* — подмотка из лент ЛЭТСАР или ЛЭТСАР и ЛЭТСАР ЛПТ, *4* — бумажная изоляция жилы, *5* — центральный уплотнительный конусный вкладыш, *6* — боковой уплотнительный конусный вкладыш, *7* — бандаж из ленты ЛЭТСАР, *8* — крестообразная уплотнительная подмотка, *9* — герметизирующая подмотка из лент ЛЭТСАР или ЛЭТСАР и ЛЭТСАР ЛПМ

Таблица 94. **Концевые заделки КВсл**

| Маркоразмер заделки | Сечение жил, мм², для кабеля на напряжение, кВ | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 6 | 10 |
| КВсл-1 | 6—95 | 10—70 | 16—50 |
| КВсл-2 | 120—185 | 95—150 | 70—120 |
| КВсл-3 | 240 | 185—240 | 150—240 |

Таблица 95. **Материалы и изделия для монтажа заделки КВсл**

| Материал или изделие | Расход | | |
|---|---|---|---|
| | КВсл-1 | КВсл-2 | КВсл-3 |
| Лента кремнийорганическая ЛЭТСАР КФ-0,5 шириной 25 мм, кг | 0,15 | 0,25 | 0,32 |
| Лента ПВХ шириной 20 мм и толщиной 0,3 мм, кг | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| Лак кремнийорганический КО-916 или КО-916К, кг | 0,025 | 0,025 | 0,025 |
| Жир паяльный, кг | 0,025 | 0,025 | 0,025 |
| Припой ПОССу 30—2 или ПОССу 30—0,5, кг | 0,06 | 0,06 | 0,07 |
| Провод заземления медный гибкий луженый класса IV с напрессованным наконечником, м | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Проволока стальная оцинкованная диаметром 1—1,4 мм, м | 2,8 | 2,8 | 2,8 |
| Салфетка бязевая площадью 0,09 м², шт. | 1 | 1 | 1 |
| Ветошь обтирочная, сорт 625, кг | 0,1 | 0,1 | 1,1 |

Примечание. Расход лент и лака рассчитан для заделок длиной 0,8 м, считая от места среза поясной изоляции.

этиленовые трубки для герметизации жил. Герметизация трубок у наконечников и нижней части перчатки на металлической оболочке кабеля осуществляется клеем расплава ГИПК 14—17, предварительно нанесенным на внутренние поверхности перчатки и трубок. Заделки изготовляют двух маркоразмеров для трех- и четырехжильных кабелей: ЗКВТп-1 — для жил сечением 16—70 мм²; ЗКВТп-2 — 95—240 мм²; 4КВТп-1 — 16—70 мм²; 4КВТп-2 — 95—185 мм². Для всех маркоразмеров длина ступени оболочки (О) равна 80 мм. Усаживание перчаток, трубок и манжет производят равномерным обогревом пламенем газовой горелки или другим способом обогрева.

**Концевая заделка КВБ на 1, 6 и 10 кВ.** Заделку изготовляют в стальных воронках, заливаемых битумным составом. Маркоразмеры

Таблица 96. **Концевые заделки КВР и КВРз и размеры разделки кабеля**

| Маркоразмер заделки | Сечение жил, мм², для кабелей, кВ | | | Размеры (см. рис. 49), мм | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | | 6 | *А* | *О* | *П* |
| | трехжильных | четырехжильных | | | | |
| КВР-1 | 6—25 | — | — | Ж+90 | 65 | 25 |
| КВР-2 | 35 | — | — | | | |
| КВР-3 | 50—70 | — | — | | | |
| КВР-4 | 95 | — | — | | | |
| КВРз-1 | — | — | 10—25 | | | |
| КВРз-2 | — | — | 35 | | | |
| КВРз-3 | — | — | 50 | | | |
| КВРз-4 | — | — | 70 | | | |
| КВР-5 | 120 | — | — | Ж+95 | 70 | 25 |
| КВР-6 | 150 | — | — | | | |
| КВРз-5 | — | — | 95 | | | |
| КВРз-6 | — | — | 120 | | | |
| КВР-7 | 185 | — | — | Ж+105 | 80 | 25 |
| КВР-8 | 240 | — | — | | | |
| КВРз-7 | | | 150 | | | |
| КВРз-8 | — | — | 185—240 | | | |
| 4КВР-1 | — | 10—16 | — | Ж+85 | 60 | 25 |
| 4КВР-2 | — | 25—35 | — | | | |
| 4КВР-3 | — | 50—70 | — | Ж+85 | 65 | 25 |
| 4КВР-4 | — | 95—120 | — | | | |
| 4КВР-5 | — | 150—185 | — | Ж+95 | 70 | 25 |

Примечание. Длина разделанных жил кабеля должна быть принята в зависимости от условий присоединения, но не менее 150 мм при напряжении до 1 кВ и 250 мм — при 6 кВ.

Таблица 97. **Концевые заделки КВБ и размеры разделок кабелей**

| Маркоразмеры заделок | Сечение жил, мм². для кабелей, кВ | | | | Размеры (см. рис. 49), мм | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | | 6 | 10 | *А* | *О* | *П* |
| | трехжильных | четырехжильных | | | | | |
| КВБо-1* | — | — | До 16 | — | | | |
| КВБо-2 | — | — | 25—50 | До 16 | | | |
| КВБо-3 | — | — | 70—120 | 25—50 | Ж+60 | 35 | 25 |
| КВБо-4 | 150—185 | — | 150—185 | 70—120 | | | |
| КВБо-5 | 240 | — | 240 | 150—185 | | | |
| КВБо-6 | — | — | — | 240 | | | |

*Продолжение табл. 97*

| Маркоразмеры заделок | Сечение жил, мм², для кабелей, кВ | | | | Размеры (см. 49), мм | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | | 6 | 10 | | | |
| | трехжильных | четырехжильных | | | *А* | *О* | *П* |
| КВБк-1** | — | — | До 16 | — | Ж+60 | 35 | 25 |
| КВБк-2 | — | — | 25—50 | До 16 | | | |
| КВБк-3 | — | — | 70—120 | 25—50 | | | |
| КВБк-4 | 150—185 | — | 150—185 | 70—120 | | | |
| КВБк-5 | 240 | — | 240 | 150—185 | | | |
| КВБк-6 | — | — | — | 240 | | | |
| КВБм-1*** | До 16 | До 10 | — | — | Ж+40 | 25 | 15 |
| КВБм-2 | 25—35 | 16—25 | — | — | Ж+45 | 25 | 20 |
| КВБм-3 | 50—70 | 35—50 | — | — | | | |
| КВБм-4 | 95—120 | 70—120 | — | — | | | |

* С воронками овальной формы и расположением жил на выходе из воронки в один ряд.

** С воронками круглой формы и расположением жил на выходе из воронки по вершинам равностороннего треугольника.

*** С овальными малогабаритными воронками, не имеющими крышек и монтируемыми без фарфоровых втулок.

Примечание. Аналогично примечанию к табл. 93.

Таблица 98. **Фарфоровые втулки для заделок КВБ**

| Сечение жил, мм², при напряжении кабеля, кВ | | Тип втулки |
|---|---|---|
| 6 | 10 | |
| До 16 | — | ВТ-12* |
| 25—50 | До 16 | ВТ-20 |
| 70—120 | 25—50 | ВТ-25 |
| 150—185 | 70—120 | ВТ-30 |
| 240 | 150—185 | ВТ-33 |
| — | 240 | ВТ-38 |

* Цифровая часть определяет внутренний диаметр втулки. Высота всех типоразмеров втулок равна 65 мм.

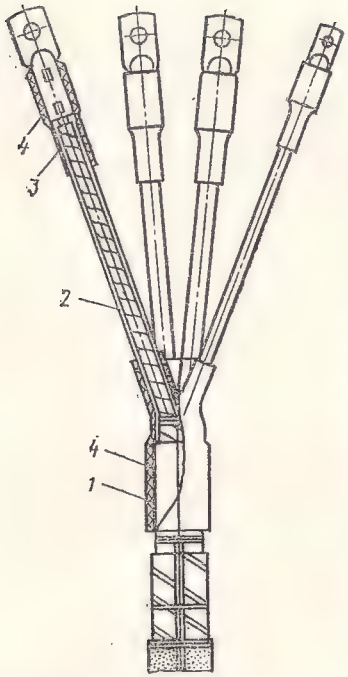



Рис. 51. Конструкция концевой заделки КВТп в термоусаживаемой полиэтиленовой перчатке:

*1* — термоусаживаемая перчатка, *2* — термоусаживаемая трубка, *3* — термоусаживаемая манжета, *4* — герметизирующий клей-расплав ГИПК-14-17

заделок и размеры разделок кабеля приведены в табл. 97, а размеры фарфоровых втулок — в табл. 98.

## § 35. Соединительные муфты

**Соединительные эпоксидные муфты СЭ на 1, 6 и 10 кВ и СЭв** (рис. 52). Эти муфты представляют собой эпоксидный корпус, который на месте монтажа заливают эпоксидным компаундом. Муфты СЭ поставляют с корпусом, имеющим поперечный разъем в средней части (провод заземления расположен вне муфты), а СЭв с корпусом, имеющим продольный разъем в вертикальной плоскости (провод заземления расположен в нижней части в специальном пазу). Муфты на 6 и 10 кВ в кабельных сооружениях защищают кожухом ССН, КСРб или КСРш (см. § 51). Маркоразмеры муфт и размеры разделки кабеля приведены в табл. 99 и 100.

**Соединительные свинцовые муфты СС на 6 и 10 кВ.** Корпус муфты представляет собой свинцовую трубу, обколоченную с двух сторон до соприкосновения с металлической оболочкой кабеля и припаянную к ней. Место соединения жил изолируют бумажными роликами и рулонами. Внутреннюю полость муфты заполняют битумным или маслоканифольным составом через отверстия, вырубаемые при монтаже и запаянные после окончания заливки. Для прокладки в земле применяют муфты с кожухами КзЧг или КзЧ — чугунные (герметичного или негерметичного исполнения) и КзП — пластмассовые (негерметичного исполнения). Муфты в кабельных сооружениях защищают кожухом КСРб или КСРш (см. § 51). Маркоразмеры муфт и размеры разделки кабеля приведены в табл. 101.

**Соединительные чугунные муфты СЧ и СЧм до 1 кВ.** Корпус муфты состоит из верхней и нижней половин, соединяемых болтами,

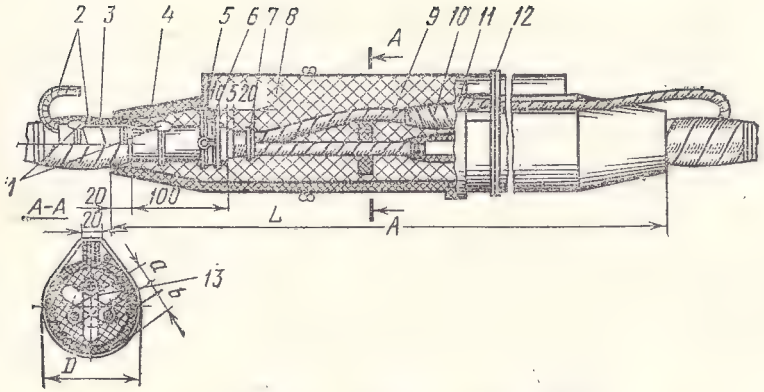



Рис. 52. Эпоксидная соединительная муфта СЭ:

*1* — место пайки провода заземления, *2* — провод заземления, *3* — герметизирующая подмотка, *4* — корпус муфты, *5* — резиновое уплотнительное кольцо, *6* — металлический бандаж, *7* — заливаемый компаунд, *8* — бандаж из суровых ниток, *9* — распорка, *10* — подмотка жилы, *11* — место соединения жил, *12* — бандаж из проволоки, *13* — бандаж из полистирольной нити

Таблица 99. **Соединительные эпоксидные муфты СЭ**

| Маркоразмер муфты | Сечение жил, мм², при напряжении кабеля, кВ | | | Размеры (рис. 52), мм* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 6 | 10 | *L* | *D* | *а* не менее | *в* не менее |
| СЭ-1<br>СЭв-1 | —<br>До —120 | 10—70<br>До 70 | 16—50<br>До 50 | 670<br>570 | 76<br>85 | 10 | 12 |
| СЭ-2<br>СЭв-2 | —<br>150—240 | 95—120 | 70—95 | 720<br>620 | 86<br>95 | 10 | 12 |
| СЭ-3<br>СЭв-3 | —<br>— | 150—185 | 120—150 | 760<br>660 | 101<br>110 | 10 | 15 |
| СЭ-4<br>СЭв-4 | —<br>— | 240 | 185—240 | 830<br>730 | 103<br>120 | 10 | 15 |

* Для муфт СЭв обозначение размеров аналогичны приведенным на рис. 52.

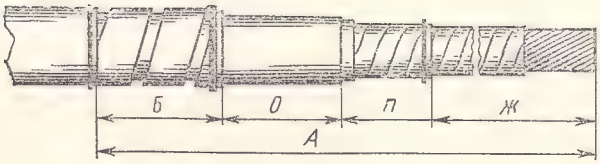



Рис. 53. Разделка конца кабеля для эпоксидных муфт

Таблица 100. **Размеры разделки кабеля для монтажа эпоксидных соединительных муфт**

| Маркоразмер муфты | Размеры (рис. 53), мм | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | *А* | *Б* | *О* | *П* | *Ж* |
| СЭ-1 | 415 | 100 | 100 | 25 | 190 |
| СЭ-2 | 440 | 100 | 100 | 25 | 215 |
| СЭ-3 | 460 | 100 | 100 | 25 | 235 |
| СЭ-4 | 495 | 100 | 100 | 25 | 270 |
| СЭв-1 | 375 | 80 | 80 | 25 | 190 |
| СЭв-2 | 400 | 80 | 80 | 25 | 215 |
| СЭв-3 | 420 | 80 | 80 | 25 | 235 |
| СЭв-4 | 455 | 80 | 80 | 25 | 270 |

Примечание. Для кабелей без брони с защитным пластмассовым шлангом (например, ААШв) размер *А* меньше на величину *Б*.

В нижней половине корпуса имеется паз, в который укладывают герметизирующую прокладку из маслостойкой резины или пенькового просмоленного каната. Место ввода кабеля в муфту уплотняют подмоткой из смоляной ленты. Фиксация положения жил на определенном расстоянии достигается применением фарфоровых распорок. Муфты заливают битумным составом через отверстия, расположенные в верхней половине корпуса. Маркоразмеры муфт и размеры разделки кабеля приведены в табл. 102.

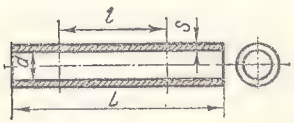



Рис. 54. Свинцовая труба для муфты

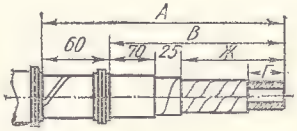



Рис. 55. Разделка конца кабеля для свинцовых муфт

## Таблица 101. Свинцовые соединительные муфты

| Маркоразмер | | Сечение жил, мм², при напряжении кабеля, кВ | | Размеры свинцовой трубы (рис. 54), мм | | | | | Размеры разделки кабеля (рис. 55), мм | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | S | | | | |
| муфты | кожуха | 6 | 10 | L | l* | d | свинец без присадки | свинец с присадкой** | A | B | Ж |
| СС-60 | КзЧ-55<br>КзП-55 | 10; 16; 25 | — | 450 | 260 | 60 | 3 | 2 | 330 | 270 | 175 |
| СС-70 | КзЧ-65 | 35; 50; 70 | 16; 25 | 475 | 280 | 70 | 3 | 2 | 345 | 285 | 190 |
| СС-80 | КзП-55 | 95; 120 | 35; 50; 70 | 525 | 300 | 80 | 3,5 | 2,5 | 370 | 310 | 215 |
| СС-90 | КзЧ-65<br>КзП-75 | 150 | 95; 120 | 550 | 330 | 90 | 3,5 | 2,5 | 380 | 320 | 225 |
| СС-100 | КзЧ-75<br>КзП-75 | 185; 240 | 150 | 600 | 350 | 100 | 3,5 | 2,5 | 405 | 345 | 250 |
| СС-110 | | — | 185; 240 | 690 | 370 | 110 | 3,5 | 2,5 | 450 | 390 | 295 |

* Рекомендуемое расстояние между отверстиями для заливки муфты, вырубаемыми при монтаже.
** Свинец с присадкой — сплав свинца с добавками сурьмы, олова, теллура и меди.

Таблица 102. **Чугунные муфты и размеры разделки кабеля**

| Маркоразмер муфты | Сечение жил кабелей, мм² | | Размеры разделки кабеля (рис. 56), мм | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | трехжильных | четырехжильных | *А* | *Б* | *В* | *Ж* | *О* | *П* |
| СЧ-40 | До 35 | До 16 | 295 | 125 | 170 | 115 | 35 | 20 |
| СЧ-50 | 50—95 | 25—70 | 365 | 135 | 230 | 175 | 35 | 20 |
| СЧ-60 | 120—185 | 95—150 | 420 | 155 | 265 | 210 | 35 | 20 |
| СЧ-70 | 240 | 185 | 455 | 160 | 295 | 240 | 35 | 20 |
| СЧм-40 | До 35 | До 16 | 245 | 105 | 140 | 100 | 25 | 15 |
| СЧм-50 | 50—95 | 25—70 | 290 | 120 | 170 | 130 | 25 | 15 |
| СЧм-60 | 120—150 | 95—150 | 310 | 130 | 180 | 140 | 25 | 15 |
| СЧм-70 | 185—240 | 185 | 355 | 130 | 225 | 185 | 25 | 15 |
| ОЧт-40 и ОЧк-40 | До 35 | До 16 | 350 | 125 | 225 | 170 | 35 | 20 |
| ОЧт-50 и ОЧк-50 | 50—95 | 25—70 | 395 | 135 | 260 | 205 | 35 | 20 |
| ОЧт-60 и ОЧк-60 | 120—185 | 95—150 | 460 | 155 | 305 | 250 | 35 | 20 |
| ОЧт-70 и ОЧк-70 | 240 | 185 | 525 | 160 | 365 | 310 | 35 | 20 |
| ОЧу-40 | До 35 | До 16 | 350/395 | 125 | 225/270 | 170/215 | 35 | 20 |
| ОЧу-50 | 50—95 | 25—70 | 395/440 | 135 | 260/305 | 205/250 | 35 | 20 |
| ОЧу-60 | 120—185 | 95—150 | 460/520 | 155 | 305/365 | 250/310 | 35 | 20 |
| ОЧу-70 | 240 | 185 | 525/655 | 160 | 365/495 | 310/440 | 35 | 20 |

Примечание. Для У-образных ответвительных муфт в числителе приведены размеры разделки основного кабеля для левой части муфты, а в знаменателе — размеры разделки основного кабеля для правой части муфты и ответвляемого кабеля.

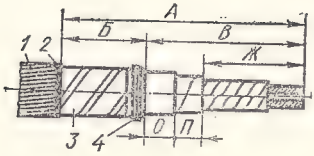



Рис. 56. Разделка конца кабеля для чугунных муфт:
*1* — наружный покров, *2*, *4*—проволочный бандаж, *3* — броня

**Соединительные латунные муфты СЛО на 20 и 35 кВ.** Муфты имеют латунный корпус, состоящий из двух половин, соединяемых пайкой между собой и металлическими оболочками кабелей. Изолирование мест соединения выполняют пропитанными бумажными роликами и рулонами. Внутреннюю полость муфты заполняют кабельным составом МК-45 через заливочные отверстия, закрываемые пробками на резьбе. Маркоразмеры муфт и размеры разделки кабеля приведены в табл. 103.

Таблица 103. **Соединительные латунные муфты СЛО и размеры разделки кабеля**

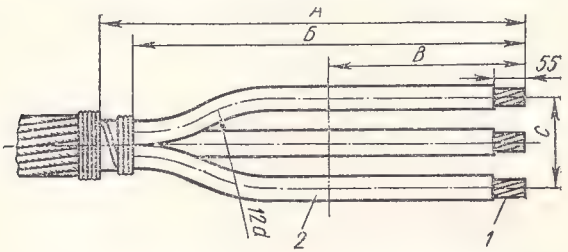



Рис. 57. Разделка концов кабелей для латунных муфт:
*1* — жила, *2* — свинцовая оболочка

| Маркоразмер муфты | Сечение жил кабеля, мм² | Размеры разделки (рис. 57), мм | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | *А* | *Б* | *В* | *С* |
| СЛО-20 | 25—70<br>95—185<br>240—400 | 770 | 700 | 350 | 160 |
| СЛО-35 | 120—185<br>240—300 | 840 | 700 | 400 | 200 |

Разделка бумажной изоляции по ступеням приведена в табл. 104.

**Соединительные муфты из самосклеивающихся лент ПСсл до 3 кВ** (рис. 58). Муфты предназначены для соединения кабелей с пластмассовой изоляцией, проложенных в земле и кабельных соору-

Таблица 104. **Разделка бумажной изоляции жил по ступеням**

| Напряжение кабеля, кВ | Сечение жил кабеля, мм² | Число обрываемых лент, шт., на ступенях | | | | | | | | | | | | Всего лент в изоляции, шт. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1—3 | 4—5 | 6—9 | 10—11 | 12—13 | 14 | 15 | 16—17 | 18 | 19—20 | 21—24 | 25 | |
| 20 | 25—95 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | — | — | ~64 |
| | 120—400 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | — | — | ~54 |
| 35 | 120—300 | 5 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | ~83 |

Примечание. Если общее число бумажных лент отличается от приведенного в таблице, то избыточное или недостающее число лент распределяют на первые три—пять ступеней, увеличивая или уменьшая на одну ленту.

жениях. Маркоразмеры муфт и размеры разделки для различных конструкций кабеля приведены в табл. 105, а материалы и изделия для монтажа муфт — в табл. 106.

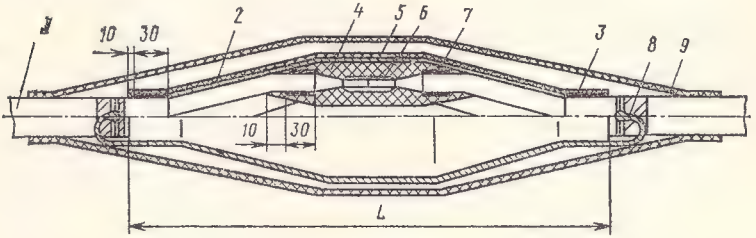



Рис. 58. Соединительная муфта ПСсл до 3 кВ:

*1* — кабель, *2* — термоусаживаемая трубка, *3* — адгезионная прослойка под трубкой, *4* — подмотка из ленты ЛЭТСАР, *5* — общая подмотка из ленты ЛЭТСАР или ПВХ, *6* — гильза, *7* — адгезионные прослойки по изоляции, *8* — провод заземления, *9* — кожух

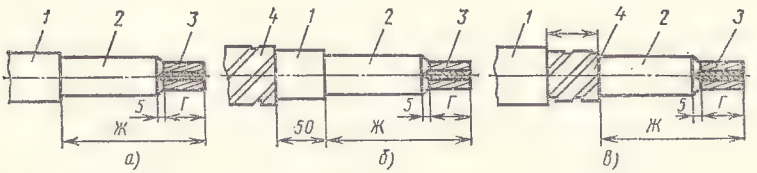



Рис. 59. Разделка кабеля до 3 кВ для монтажа муфты ПСсл:

*а* — без бронепокровов, *б* — с бронепокровами поверх шланга, *в* — с бронепокровами под шлангом; *1* — пластмассовый шланг, *2* — изоляция жилы, *3*—жила, *4* — бронеленты

Таблица 105. **Соединительные муфты ПСсл и размеры разделки кабеля**

| Маркоразмеры муфты | До 1 кВ | | | | | 3 кВ | | | Длина муфты $L$ (рис. 58), мм | | Размер разделки $Ж$ (рис. 59), мм |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Номинальное сечение жил, мм² при числе жил | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 и 1 меньшего сечения | 4 с одинаковым сечением | 1 | 2 | 3 | | | |
| ПСсл-1 | До 120 | — | — | — | — | До 120 | — | — | 280* | 420** | 100 |
| ПСсл-2 | 150—240 | До 50 | До 25 | До 25 | — | 150—240 | — | До 25 | 320 | 460 | 120 |
| ПСсл-3 | — | 70—120 | 35—70 | 35—70 | До 25 | — | До 50 | 35—70 | 360 | 500 | 140 |
| ПСсл-4 | — | 150—240 | 95—150 | 95—150 | 35—70 | — | 70—120 | 95—120 | 420 | 560 | 170 |
| ПСсл-5 | — | — | 185—240 | 185—240 | 95—150 | — | 150—240 | 150—240 | 500 | 640 | 210 |
| ПСсл-6 | — | — | — | — | 185—240 | — | — | — | 560 | 700 | 240 |

Примечания: 1. Для кабелей с алюминиевой оболочкой, а также для кабелей с ленточной броней под шлангом (рис. 59, *в*) длина муфты увеличена на 140 мм (удвоенная длина ступени алюминиевой оболочки или брони). 2. Для пятижильных кабелей сечением до 10 мм² применяется муфта ПСсл-3, а сечением 25—35 мм² — муфта ПСсл-4.

* Для кабелей по рис. 59, *а*, *б*.
** Для кабелей по рис. 59, *в*.

Таблица 106. Материалы и изделия для монтажа муфт ПСсл

| Материал на изделие | Расход на муфту | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ПСсл-1 | ПСсл-2 | ПСсл-3 | ПСсл-4 | ПСсл-5 | ПСсл-6 |
| Кожух из стеклопластика, шт. | | | | | | |
| КэП-40 | 1 | 1 | 1 | — | — | — |
| КэП-75 | — | — | — | 1 | 1 | 1 |
| Кожух чугунный, шт. | | | | | | |
| КэЧ-55 | 1 | 1 | 1 | — | — | — |
| КэЧ-65 | — | — | — | 1 | 1 | 1 |
| Гильза соединительная, шт. | Определяется сечением и числом жил кабеля | | | | | |
| Жир паяльный, кг | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| Лак кремнийорганический КО-916, кг | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Лента самосклеивающаяся ЛЭТСАР шириной 25 мм, кг | 0,25 | 0,30 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 0,40 |
| То же, ЛЭТСАР ЛП, кг | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| Пластикат пленочный поливинилхлоридный шириной 60—100 мм, кг | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Припой, кг: | | | | | | |
| ПОССу 30-2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| А | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Провод медный луженый класса IV, м | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Проволока стальная оцинкованная диаметром 1—1,4 мм, м | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Салфетка бязевая площадью 0,09 м², шт. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Трубка термоусаживаемая ТТШ, шт. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Шнур асбестовый ШАОН-3, кг | 0,05 | 0,05 | 0,07 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |

Примечание. Салфетка бязевая может быть заменена тканью одинаковой ворсистости.

## § 36. Концевые муфты для наружных установок

Концевые трехфазные муфты **КНА** (с алюминиевым корпусом), **КНЧ** (с чугунным корпусом) и **КНСт** (со стальным корпусом) предназначены для оконцевания в наружных установках трехжильных кабелей с бумажной изоляцией 6 и 10 кВ сечением жил до 240 мм².

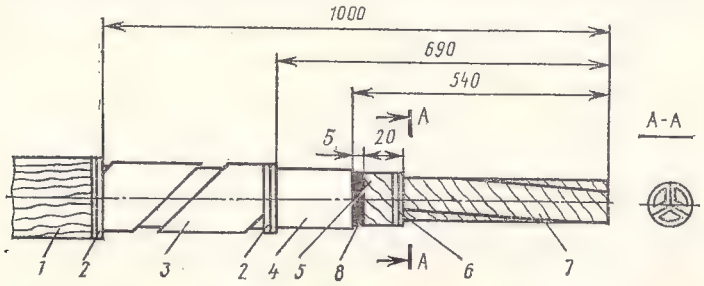



Рис. 60. Разделка конца кабеля для муфт КН:

*1* — наружный покров, *2* — проволочный бандаж, *3* — броня, *4* — оболочка, *5* — поясная изоляция, *6* — бандаж из пропитанной хлопчатобумажной пряжи, *7* — изоляция жилы, *8* — ступень полупроводящей бумаги

Муфты состоят из металлического корпуса, к верхним фланцам которого с помощью полуколец прикреплены фарфоровые изоляторы, к нижнему фланцу — корпус сальника. Размеры разделки показаны на рис. 60.

Таблица 107. **Материалы для монтажа концевых муфт**

| Материал | Расход на муфту КНА, КНЧ, КНСт |
|---|---|
| Состав заливочный, кг | 5 |
| Состав изоляционный, пропиточный, кг | 3 |
| Жир паяльный, кг | 0,02 |
| Лента из стеклянных нитей ЛЭС, м | 3 |
| Парафин, кг | 0,1 |
| Припой, кг: | |
| ПОССу 30-2 | 0,6 |
| А | 0,12 |
| Проволока стальная оцинкованная диаметром 1—1, 4 мм, м | 2 |
| Провод для заземления медный луженый, оконцованный наконечниками, м | 0,9 |
| Пряжа хлопчатобумажная или нить вискозная, кг | 0,01 |
| Салфетка бязевая площадью 0,09 м², шт. | 2 |
| Шнур асбестовый ШАОН-3, кг | 0,025 |
| Эмаль холодной сушки ХВ-124, кг | 0,15 |

Количество материалов, необходимое для монтажа муфт, приведено в табл. 107.

**Концевые мачтовые муфты КМА (с алюминиевым корпусом) и КМЧ (с чугунным корпусом)** предназначены для оконцевания в наружных установках трех- и четырехжильных кабелей с бумажной

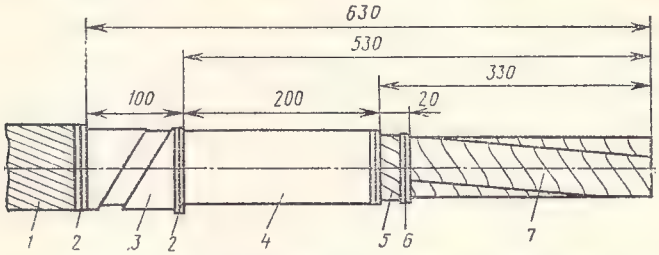



Рис. 61. Разделка конца кабеля до 1 кВ для муфт КМ:

*1* — наружный покров, *2* — проволочный бандаж, *3* — броня, *4* — оболочка, *5* — поясная изоляция, *6* — бандаж из пропитанной хлопчатобумажной пряжи, *7* — изоляция жилы

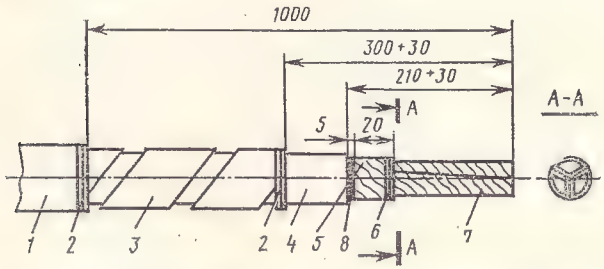



Рис. 62. Разделка конца кабеля на 6 и 10 кВ для муфт КМ:

*1* — наружный покров, *2* — проволочный бандаж, *3* — броня, *4* — оболочка, *5* — поясная изоляция, *6* — бандаж из пропитанной хлопчатобумажной пряжи, *7* — изоляция жилы, *8* — ступень полупроводящей бумаги

изоляцией 1,6 и 10 кВ сечением жил до 240 мм² и при переходе кабельных на воздушные линии. Муфты состоят из металлического корпуса, в котором закреплены фарфоровые проходные изоляторы. Размеры разделки конца кабеля до 1 кВ приведены на рис. 61, 6 и 10 кВ — на рис. 62. Количество материалов, необходимое для монтажа муфт, приведено в табл. 108.

**Концевые эпоксидные муфты КНЭ** предназначены для оконцевания в наружных установках кабелей с бумажной изоляцией, 1, 6 и 10 кВ сечением жил до 240 мм² и при переходе кабельных на воздушные линии. Муфта КНЭ состоит из предварительно отлитых из эпоксидного компаунда корпуса и трех эпоксидных изоляторов. Для

Таблица 108. **Материалы для монтажа мачтовых муфт**

| Материал | Количество на 1 муфту | |
|---|---|---|
| | до 1 кВ | 6—10 кВ |
| Состав заливочный, кг | 3 | 10 |
| Состав изоляционный пропиточный МП, кг | 2 | 3 |
| Жир паяльный, кг | 0,05 | 0,02 |
| Лента из стеклянных нитей ЛЭС, м | — | 3 |
| Парафин, кг | 0,1 | 0,1 |
| Припой, кг: | | |
| ПОССу 30-2 | 0,8/0,7 | 0,6 |
| А | 0,15 | 0,12 |
| Провод для заземления медный луженый, оконцованный с обоих концов наконечниками, м | 0,9 | 0,9 |
| Проволока стальная оцинкованная диаметром 1—1,4 мм, м | 2 | 2 |
| Пряжа хлопчатобумажная или нить вискозная, кг | 0,01 | 0,01 |
| Салфетка бязевая площадью 0,09 м², шт. | 2 | 2 |
| Стеарин, кг | 0,05 | 0,05 |
| Шнур асбестовый, кг | 0,02 | 0,02 |

четырехжильных кабелей имеется дополнительный изолятор. Маркоразмеры муфт и размеры разделки кабеля приведены в табл. 109.

Таблица 109. **Размеры разделки кабеля для муфт КНЭ**

| Маркоразмер муфты | Сечение жил, мм² при напряжении кабеля, кВ | | Размеры (рис. 53), мм | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | до 1 | 6, 10 | *А* | *П* | *Ж* |
| КНЭ1-I | 16—120 | — | 350 | 30 | 210 |
| 4КНЭ1-I | 16—95 | — | | | |
| КНЭ1-II | 150—240 | — | 385 | 30 | 245 |
| 4КНЭ1-II | 120—185 | — | — | — | — |
| КНЭ10-I | — | 16—20 | 550 | 30 | 410 |
| КНЭ10-II | — | 150—240 | 560 | 30 | 420 |

Примечания: 1. Ступень брони *Б* для всех муфт составляет 60, а ступень оболочки *О* — 50 мм. 2. Четвертая (нулевая) жила кабеля при монтаже муфт 4КНЭ1 укорачивается по месту так, чтобы обеспечить полную заливку трубчатой части наконечника в изоляторе для четвертой жилы.

## § 37. Инструменты и приспособления для монтажа кабельной арматуры

Самым распространенным и наиболее универсальным является набор кабельных инструментов НКИ-3. Его применяют для монтажа соединительных свинцовых и эпоксидных муфт, а отдельные инструменты — для монтажа всех типов концевых заделок. Набор состоит из четырех контейнеров массой 25—40 кг.

Для пайки свинцовых муфт, жил кабелей, а также проводников заземления применяют набор инструментов НСП-1. В него входят газовоздушная малая горелка ГПВМ-0,1, два баллона с газом про-

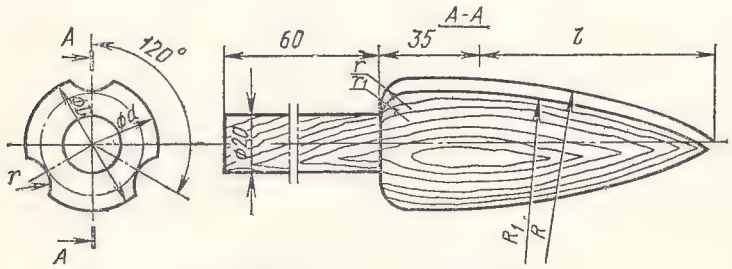



Рис. 63. Шаблон для изгибания жил

пан-бутан емкостью по 1 л, два запасных комплекта примусных капсюлей и игл, а также гибкий рукав с армировкой. Набор поставляют в металлическом чемодане, масса набора 6 кг.

Размеры шаблонов для изгибания жил кабелей приведены в табл. 110.

Таблица 110. **Размеры шаблона для изгибания жил**

| Сечение жил, мм² | Размеры (рис. 63), мм | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $R$ | $R_1$ | $l$ | $r$ | $r_1$ | $d$ | $D$ |
| 16—25 | 125 | 110 | 60 | 12 | 10 | 25 | 35 |
| 35—50 | 160 | 134 | 75 | 12 | 10 | 35 | 45 |
| 70—95 | 185 | 164 | 85 | 15 | 10 | 40 | 50 |
| 120—150 | 220 | 200 | 100 | 18 | 15 | 45 | 55 |
| 185—240 | 260 | 226 | 115 | 20 | 15 | 55 | 65 |

*Перечень инструментов, приспособлений и материалов для монтажа муфт и заделок приведен ниже*

Аптечка . . . . . 1
Банки металлические емкостью 0,5 и 1,5 л . . . . 2
Бидоны . . . . . 2
Бронерезка . . . . . 1

*Продолжение*

| | |
|---|---|
| Ванночка для парафина | 1 |
| Ведро цилиндрическое | 1 |
| Ведро для разогрева заливочной массы | 1 |
| Воронка для заливки массы в муфту | 1 |
| Зеркало в оправе и кожухе | 1 |
| Зубила 25×250 и 35×500 мм | 2 |
| Канистра емкостью 5 л | 1 |
| Кисти малярные разные | 2 |
| Клещи газовые длиной 200 мм | 1 |
| Клещи для снятия резиновой и пластмассовой изоляции жил кабелей | 1 |
| Ключи разводные № 3 | 2 |
| Ключ гаечный 3/8×1,2″ | 1 |
| Коврик резиновый | 1 |
| Кусачки | 1 |
| Ковш для припоя | 1 |
| Крючок с деревянной ручкой | 1 |
| Лампа паяльная или пропановая горелка с баллоном и шлангом | 2 |
| Ложка (чумичка) | 1 |
| Лоток для инструмента | 1 |
| Лопата стальная | 1 |
| Лом | 1 |
| Лоток из кровельной стали | 1 |
| Мешалка для эпоксидного компаунда и для кабельной массы | 2 |
| Метр стальной | 1 |
| Молоток слесарный | 1 |
| Молоток деревянный | 1 |
| Напильники (набор: трехгранный драчевый — 1; личной — 1; круглый драчевый — 1) | 3 |
| Нож монтерский складной | 1 |
| То же, простой | 1 |
| Нож для снятия алюминиевой оболочки | 1 |
| То же, для пластмассовой оболочки | 1 |
| Ножницы для перерезания кабеля | 1 |
| Ножовка по металлу | 1 |
| Обколотка для осаживания свинцовой трубы | 1 |
| Отвертка длиной 100 мм | 1 |
| Очки защитные с кожаным ободком | 2 |
| Палатки брезентовые с каркасом | 2 |
| Перчатки полиэтиленовые с бязевой подкладкой или резиновые (медицинские) | 2 пары |
| Перчатки брезентовые (или рукавицы) | 2 » |
| Пинцет | 1 |
| Планшет для мелкого инструмента | 1 |
| Плоскогубцы универсальные длиной 200 мм | 1 |
| Подставка инвентарная для монтажа соединительных муфт на напряжение до 10 кВ | 1 |
| То же, на напряжение 35 кВ | 1 |
| Полотна ножовочные | 6 |
| Противень для прошпарочной массы 520×290 мм | 1 |
| Разогреватель заливочной массы и припоя (элек- | |

трический, газовый или жаровня) . . . . . 1
Разбортовка . . . . . 1
Рулетка длиной 10 м . . . . . 1
Сундуки инструментальный и материальный . . 2
Термос для подогрева банки с комплектом бумажных роликов и рулонов . . . . . 1
Термометр со шкалой до 300 °С в металлической оправе или прибор для измерения температуры 1
Шаблоны для изгибания жил . . . . . 2
Штангенциркуль . . . . . 1
Щетка стальная . . . . . 1

## ГЛАВА VI

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

### § 38. Испытания кабельных линий после монтажа и в процессе эксплуатации

Периодичность профилактических испытаний для различных условий прокладки и эксплуатации кабельных линий приведена в табл. 111.

**Испытательное напряжение выпрямленного тока.** При испытании кабелей, находящихся в эксплуатации, испытательное напряжение принимается для линий с рабочим напряжением 2—10 кВ — $(5 \div 6) u_{ном}$; 20—35 кВ — $(4 \div 5) u_{ном}$. Продолжительность испытания каждой фазы — 5 мин. Испытание кабельных линий напряжением до 1000 В может производиться мегаомметром на напряжение 2500 В.

**Испытание кабельных линий после монтажа** состоит из определения целости жил и фазировки и испытания повышенным напряжением выпрямленного тока. Испытательные напряжения и продолжительность испытаний должны быть не менее приведенных ниже.

*Для кабелей с бумажной изоляцией*

| | | |
|---|---|---|
| Номинальное напряжение кабеля, кВ | 3—10 | 20—35 |
| Испытательное напряжение кабеля, кВ | 6 | 5 |
| Продолжительность испытания, мин | 10 | 10 |

*Для кабелей с резиновой изоляцией*

| | | |
|---|---|---|
| Номинальное напряжение кабеля, кВ | 3 | 6 |
| Испытательное напряжение кабеля, кВ | 6 | 12 |
| Продолжительность испытания, мин | 5 | 5 |

*Для кабелей с пластмассовой изоляцией*

| | |
|---|---|
| Номинальное напряжение кабеля, кВ . . . . . | 3 |
| Испытательное напряжение кабеля, кВ . . . . | 15 |
| Продолжительность испытания, мин . . . . . | 10 |

Таблица 111. **Требования при профилактических испытаниях**

| Объект испытаний | Требование | Дополнение и пояснение |
|---|---|---|
| Кабельные линии напряжением 3—35 кВ | В процессе эксплуатации не реже 1 раза в год должны подвергаться испытаниям: внеочередным после ремонтных работ на линиях, раскопок вблизи кабельных трасс, а также при подозрениях о наличии дефектов в линии | Испытания проводятся повышенным напряжением выпрямленного тока. Более частая периодичность испытаний устанавливается для кабелей, работающих в тяжелых условиях, а также вызывающих подозрение о дефекте линий |
| Кабели, не имеющие электрических пробоев | Проложенные в земле и не имеющие электрических пробоев ни при работе, ни при испытаниях в течение 5 лет могут испытываться реже, чем предусмотрено плановыми испытаниями | Испытания должны производиться не реже чем через 3 года |
| Кабели в кабельных сооружениях | Проложенные в туннелях, каналах, коллекторах и зданиях подстанций, не подверженные воздействию коррозии и механическим повреждениям, а также не имеющие соединительных муфт кабельные линии должны испытываться не реже 1 раза в 3 года | Испытания кабелей, присоединенных к токоприемникам, производятся во время капитальных ремонтов последних. Групповые кабели на подстанциях могут испытываться без отсоединения их от шин |
| Кабели с резиновой изоляцией | После мелких ремонтов, не связанных с перемонтажом, кабели 3—6 кВ должны проверяться в стационарных установках не реже 1 раза в год, а в сезонных — перед наступлением сезона | Проверка изоляции производится мегаомметром на напряжение 2500 В |
| Кабели на вертикальных участках трассы | Необходимо производить периодическую замену этих участков для предупреждения электрических пробоев кабелей напряжением 20—35 кВ вследствие осушения их изоляции | Периодичность замены определяется местными условиями* |

* Сроки испытания устанавливаются предприятием.

Таблица 112. Методы определения мест повреждений кабельных линий

| Название и область применения | Сущность | Тип прибора | Примечание |
|---|---|---|---|
| Импульсный. Определяет расстояние до места повреждения при обрыве, одно- двух- или трехфазных коротких замыканиях при условии, что переходное сопротивление в месте повреждения не превышает 100—200 Ом | Основан на измерении времени пробега короткого импульса, посылаемого в линию от места измерения до места повреждения и обратно. Скорость распространения импульса по кабелю принимается равной 160 м/мкс | Р5-1А | При измерении подсчет расстояния до места повреждения производится следующим образом: ручкой совмещается импульс с началом масштабной отметки и производится отсчет числа отметок от начала импульса до его отражения |
| | На экране электронно-лучевой трубки прибора нанесены линии импульса и линии масштабных отметок времени, которые следуют через 2 мкс. | Р5-5 | Отсчет искомого расстояния производится непосредственно по шкале прибора |
| | Отсчитывая по экрану количество масштабных отметок до места повреждения и зная скорость импульса, путем умножения этих величин определяют расстояние до места повреждения (рис. 64) | Р5-8 | Индикация происходящих в линии процессов осуществляется с помощью стрелочного индикатора, а не на экране |
| Колебательного разряда. Определяет зону повреждения при заплывающих пробоях | Жила кабеля заряжается от кенотронной установки и напряжение поднимается до пробоя. При пробое происходит разряд колебательного характера. Период колебания этого разряда соответствует времени четырехкратного пробега волны до места повреждения (рис. 65) | ЭМКС-58М | Отсчет расстояния производится по шкале прибора, градуированной в километрах |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Петли. Определяет зону повреждения в том случае, если жилы не оборваны, а величина переходного сопротивления одной жилы на землю находится в пределах 5000 Ом и одна из жил имеет хорошую изоляцию | Не поврежденная и поврежденная жилы соединяются на одном конце линии перемычкой сечением не менее сечения жилы кабеля. Питание схемы осуществляется от аккумулятора.<br>Уравновешивая мост, определяют место повреждения. Измерения необходимо производить дважды, пересоединяя концы жил кабеля на зажимах моста (рис. 66) | Гальванометр | Присоединяется непосредственно на концах жил кабеля. Питание схемы осуществляется от аккумулятора АКН-10—6, а при больших переходных сопротивлениях в месте повреждения — от сухой батареи БАС-60 или БАС-80 |
| Емкостный. Определяет место повреждения при обрывах кабелей | При обрыве одной жилы измеряют ее емкость с одного конца, а затем емкость этой же жилы с другого конца. Длину кабельной линии делят пропорционально полученным емкостям и определяют расстояние до места повреждения (рис. 67) | Мост переменного тока (при чистом обрыве жил).<br>Мост постоянного тока (переходное сопротивление 5000 Ом и более) | Питание от лампового генератора 10 000 Гц, 10—20 В·А с измерителем в виде телефона |
| Акустический. Определяет место всех видов повреждений, при условии, что в поврежденном месте может быть искусственно создан электрический разряд | При подаче импульса искровой разряд, возникающий в месте повреждения, механически разрушает угольный мостик на поверхности канала в изоляции, что в большинстве случаев позволяет прослушать звук от искрового разряда на поверхности земли (рис. 68) | Генератор импульсов и прибор АИП-3М | Генератор импульсов состоит из обычной кенотронной установки, в схему которой добавляется разрядный промежуток и конденсаторы высокого напряжения |

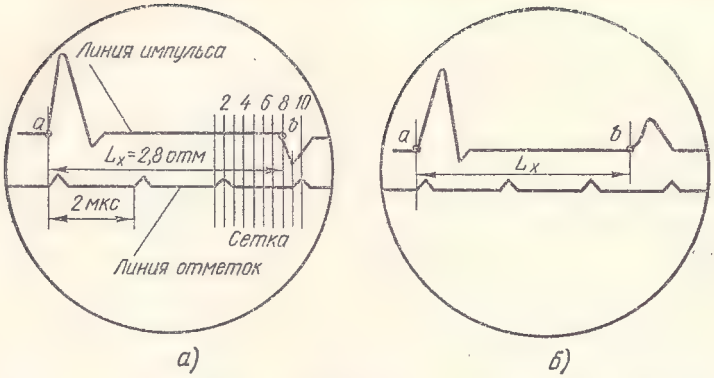



Рис. 64. Изображение зондирующего и отраженного импульсов на экране прибора Р5-1А:

*а* — при измерении на линии, имеющей короткое замыкание жил кабеля, *б* — при обрыве жил в муфте

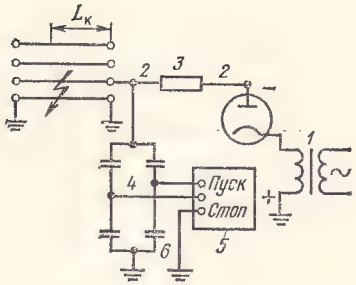



Рис. 65. Схема измерения расстояния до места повреждения в кабеле прибором ЭМКС-58М:

*1* — высоковольтный выпрямитель, *2* — соединительный провод (кабеля с выпрямителем), *3* — разрядное сопротивление, *4* — делитель напряжения, *5* — прибор ЭМКС-58М, *6* — гибкий провод для заземления

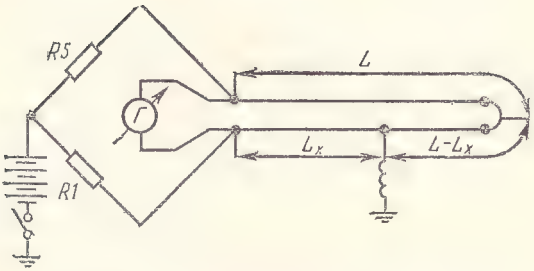



Рис. 66. Принципиальная схема определения места повреждения в кабеле методом петли

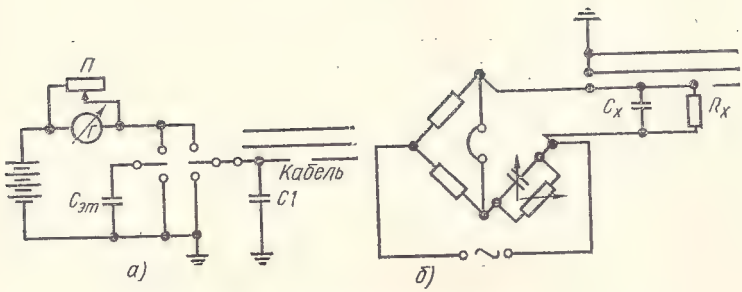



Рис. 67. Схема для определения емкости:
*а* — на постоянном токе, *б* — на переменном токе, *П* — потенциометр, $C_{эт}$ — эталонный конденсатор, $C_1$ — емкость поврежденной жилы

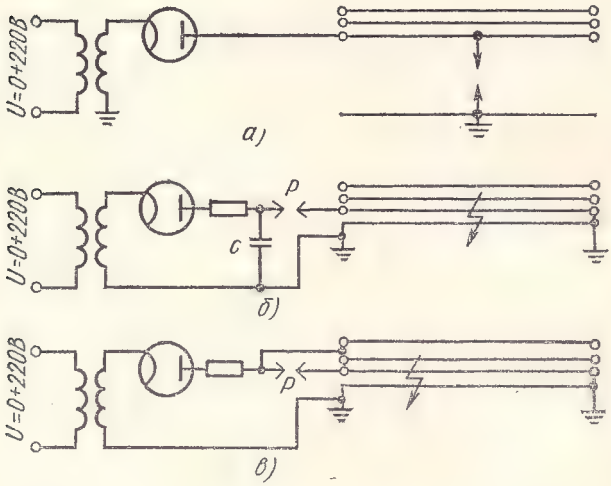



Рис. 68. Принципиальные схемы определения мест повреждения акустическим методом:
*а* — для заплывающих пробоев в муфтах, *б* — при устойчивом замыкании в месте повреждения, *в* — с использованием емкости неповрежденных жил

*Продолжение табл. 112*

| Название и область применения | Сущность | Тип прибора | Примечание |
|---|---|---|---|
| Индукционный. Определяет место повреждения при пробое двух или трех жил кабеля, а также при обрыве жил с одновременным пробоем между собой или на землю | Основан на принципе прослушивания с поверхности земли с помощью телефонных трубок звука, создаваемого магнитным полем в результате протекания по жилам кабеля тональной частоты. Звук слышен до места повреждения (рис. 69) | Генератор звуковой частоты и прибор АИП-3М | В качестве генератора звуковой частоты применяется однофазный генератор с собственным возбудителем на одном валу. В качестве усилителя могут применяться приборы КИ-2М, КМ-64 |
| Накладной рамки. Определяет место повреждения при металлическом замыкании одной жилы кабеля на оболочку и при замыкании двух жил кабеля между собой | На поврежденную жилу кабеля подается ток 1—5 А от генератора звуковой частоты. На обнаженную оболочку кабеля накладывается накладная рамка с присоединенным к ней головным телефоном, и при вращении рамки вокруг оси кабеля прослушивается характер изменения звука | Генератор звуковой частоты (800—1500 Гц). Накладная рамка | Рамка изготовляется из проводов марки ПЭ диаметром 0,01 мм с количеством витков $n=300\div400$ |

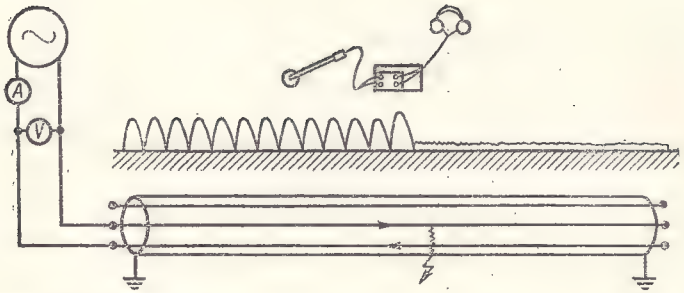



Рис. 69. Схема определения места повреждения индукционным методом

Кабели с бумажной изоляцией считаются выдержавшими испытания, если не произошло пробоя, не было скользящих разрядов и толчков тока утечки или его нарастания, после того как он достиг установившейся величины.

Кабели напряжением 1000 В и ниже испытываются мегаомметром на напряжение 2500 В. Сопротивление изоляции должно быть не менее 0,5 МОм.

## § 39. Определение мест повреждений кабельных линий

Повреждения делятся на следующие виды: повреждения изоляции, вызывающие замыкание одной фазы на землю; повреждения изоляции, вызывающие замыкание двух или трех фаз на землю, либо двух или трех фаз между собой; обрыв одной, двух или трех фаз без заземления или с заземлением как оборванных, так и не оборванных жил; заплывающий пробой изоляции.

В большинстве случаев для определения характера повреждения достаточно мегаомметром выполнить следующие измерения: определить сопротивление изоляции каждой жилы по отношению к земле, сопротивление изоляции между жилами, целость жил.

После выполнения необходимых измерений схема вида повреждения заносится в протокол.

В некоторых случаях для определения места повреждения необходимо получить малое переходное сопротивление в месте кабельной линии. Это достигается прожиганием изоляции в месте повреждения кенотроном, генератором высокой частоты, трансформатором, резонансным трансформатором и др.

Очень важно при повреждении кабельной линии выбрать наиболее правильный метод определения места повреждения (табл. 112).

## ГЛАВА VII

## КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### § 40. Приемка в эксплуатацию кабельных линий

Эксплуатирующая организация должна производить технический надзор в процессе прокладки и монтажа кабельных линий, сооружаемых другими организациями. Особое внимание следует обращать на глубину траншей, качество выполненной песчаной подушки, наличие механической защиты кабелей кирпичом и т. д. По возможности необходимо контролировать процесс монтажа кабельной арматуры.

Траншеи, каналы, туннели и другие кабельные сооружения должны быть выполнены с учетом допустимых радиусов изгибов кабелей, приведенных в табл. 113.

Таблица 113. **Минимальные допустимые отношения внутренних радиусов изгиба кабелей к их наружному диаметру**

| Характеристика кабеля | Отношение, не менее |
|---|---|
| С пропитанной бумажной изоляцией и с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом: | |
| многожильные в свинцовой оболочке | 15 |
| одножильные в свинцовой или алюминиевой оболочке и многожильные в алюминиевой оболочке | 25 |
| С пластмассовой изоляцией в алюминиевой оболочке | 15 |
| С пластмассовой и резиновой изоляцией: | |
| одножильные | 10 |
| многожильные | 7,5 |

Кабельная линия может быть принята в эксплуатацию при наличии следующей документации:

проекта кабельной линии со всеми согласованиями, перечнем отклонений от проекта и указанием, с кем и когда эти отклонения согласованы;

протоколов заводских испытаний кабеля;

протоколов подогрева кабеля на барабане при прокладках в зимнее время;

актов о состоянии кабелей на барабанах;

исполнительного чертежа трассы, выполненного в масштабе

1:200 или 1:500 в зависимости от развития сети в районе трассы и насыщенности территории коммуникациями; по всей длине трассы должны быть обозначены координаты трассы линии и муфт по отношению к существующим капитальным сооружениям или специально установленным знакам;

кабельного журнала на кабельные линии выше 1000 В;

актов на скрытые работы, в том числе на пересечение и сближение кабелей со всеми подземными коммуникациями, на монтаж кабельных муфт и осмотр кабелей, проложенных в траншеях и каналах перед закрытием;

протоколов испытаний кабельной линии после прокладки.

При приемке в эксплуатацию вновь сооруженной или прошедшей капитальный ремонт кабельной линии должны быть произведены испытания в соответствии с требованиями ПУЭ, в том числе:

определение целости жил кабеля и фазировка жил;

определение активного сопротивления жил кабеля и рабочих емкостей (для линий 20 кВ и выше);

измерение сопротивления заземлений концевых заделок для всех кабельных линий;

измерение токораспределения по группам одножильных кабелей;

проверка действия установленных на линии устройств антикоррозийной защиты от блуждающих токов;

испытание изоляции повышенным напряжением постоянного тока.

Открыто проложенные кабели, а также все кабельные муфты и заделки должны быть снабжены бирками.

Каждая кабельная линия должна иметь свой номер или наименование. Если линия состоит из нескольких параллельных кабелей, то каждый из них должен иметь номер с добавлением букв А, Б, В и т. д. Нумерация кабелей обеспечивает правильность выполнения оперативных распоряжений при эксплуатации (переключений, испытаний, ремонтов и пр.).

Вновь смонтированная кабельная линия должна быть принята в эксплуатацию комиссией в составе представителей монтажной и эксплуатирующей организаций. Приемка производится по акту, к которому прилагаются все документы, перечисленные в настоящем параграфе.

## § 41. Организация эксплуатации кабельных линий

Правильная организация эксплуатации кабельных линий промышленных предприятий и городских кабельных сетей вызывает необходимость предварительной разработки следующих основных документов: номенклатуры работ и сроков их выполнения; годового и

месячных планов и графика работ; должностных инструкций для всего персонала; производственных инструкций на все виды работ, предусмотренных номенклатурой системы и формы технической документации по ведению эксплуатации; расчета потребности оборудования, запасных частей, материалов, инструмента, приспособлений и средств механизации.

Номенклатура работ по эксплуатации кабельных линий разрабатывается на каждый календарный год.

Для ведения правильной эксплуатации кабельных линий необходимо иметь следующие виды технической документации: исполнительные чертежи на кабельные линии и другие специальные кабельные сооружения; паспорта кабельных линий.

Исполнительный чертеж выполняют тушью на листах ватманской бумаги в зависимости от сложности узлов в масштабе 1 : 500, 1:200, 1:100, 1:50. Кабельные линии различных напряжений и назначений наносят различными условными обозначениями и различными цветами туши. Оригиналы исполнительных чертежей для работы на трассах выдаваться не должны.

Кроме перечисленного в кабельной сети должен быть диспетчерский щит с изображением на нем схемы всех кабельных линий.

В процессе эксплуатации ведутся и заполняются журналы по обходам и осмотрам кабельных линий, журналы для записи дефектов и др. Перечень и содержание журналов по эксплуатации кабельных линий устанавливаются местными инструкциями.

## § 42. Контроль за нагревом кабелей

Для обеспечения безаварийной и длительной работы кабельных линий необходимо следить за тем, чтобы температура жил и других элементов кабеля в процессе эксплуатации не превышала допустимых пределов. Перегрев изоляции вызывает ускоренное ее старение и резкое сокращение срока службы кабеля.

Длительно допустимые токовые нагрузки на жилах определяются материалом изоляции кабелей (табл. 114).

Контроль за нагревом кабелей в процессе их эксплуатации ведется измерением температуры нагрева оболочки кабеля. Для определения температуры на жиле следует выполнить пересчет по формуле

$$t_{ж} = \frac{t_{об} + I_{оп}^2 n \rho S_{к}}{100q},$$

где $t_{об}$ — температура на оболочке кабеля, °С; $I_{оп}$ — длительная максимальная нагрузка кабеля, А; $n$ — число жил кабеля; $\rho$ — удель-

Таблица 114. **Максимально допустимые токовые нагрузки на жилах силовых кабелей**

| Изоляция жил | Напряжение кабеля кВ | Длительно допустимая температура на жилах кабеля, °С | Допустимый нагрев жил при токах короткого замыкания, °С |
|---|---|---|---|
| Бумажная с вязкой и обедненной пропиткой | 1 и 3 | 80 | 200 |
| Бумажная с вязкой и нестекающей пропиткой | 6 | 65 (80) | 200 |
| Бумажная с обедненной пропиткой | 6 | 75 (80) | 200 |
| Бумажная с вязкой и нестекающей пропиткой | 10 | 60 (65) | 200 |
| Бумажная с вязкой пропиткой | 20 | 55 (65) | 200 |
| Бумажная с вязкой и нестекающей пропиткой | 35 | 50 (60/65)* | 200 |
| Пластмассовая: | | | |
| поливинилхлоридный пластикат | До 6 | 70 | 160 |
| полиэтилен | | 70 | 130 |
| вулканизующийся полиэтилен | | 90 | 250 |
| Резина | До 10 постоянного тока | 65 | 150 |
| Резина повышенной теплостойкости | До 0,66 переменного тока | 90 | 250 |

Примечания: 1. Допустимый нагрев жил кабелей с пластмассовой изоляцией в аварийном режиме должен быть не более для поливинилхлоридного пластиката и полиэтилена — 80 °С, для вулканизующегося полиэтилена — 130 °С. Продолжительность работы для этих кабелей в аварийном режиме не должна быть более 8 ч в сутки и не более 1000 ч за срок службы. 2. В скобках приведены допустимые температуры на жилах для силовых кабелей с новыми пропиточными изоляционными составами. Эти составы позволяют повысить допустимую температуру нагрева кабелей в эксплуатации. В обозначении марок новых кабелей вводится буква У, например ААШвУ.

* Для кабелей с бумажной изоляцией, пропитанной нестекающим составом.

ное сопротивление меди или алюминия при температуре, близкой к температуре жилы, Ом·мм²/мм; $S_к$ — сумма тепловых сопротивлений изоляции и защитных покровов кабеля, Ом; $q$ — сечение жилы кабеля, мм².

Тепловые сопротивления для кабелей определяются по табл. 115.

Таблица 115. **Тепловые сопротивления для кабелей, находящихся в эксплуатации**

| Напряжение, кВ | Тепловые сопротивления трехжильных кабелей с поясной изоляцией, Ом, для сечений кабелей, мм² | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 16 | 25 | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 |
| Бумажная изоляция с удельным тепловым сопротивлением 1000 Ом·м | | | | | | | | | | | |
| 1 | 47 | 38 | 29 | 25 | 21 | 18 | 16 | 16 | 16 | 15 | 13 |
| 3 | 80 | 68 | 51 | 45 | 38 | 34 | 29 | 26 | 24 | 21 | 19 |
| 6 | 97 | 83 | 73 | 64 | 58 | 50 | 42 | 37 | 32 | 30 | 30 |
| 10 | 106 | 101 | 89 | 83 | 72 | 66 | 57 | 51 | 47 | 43 | 37 |
| Защитные покровы с удельным тепловым сопротивлением 500 Ом·м | | | | | | | | | | | |
| 1 | 37 | 35 | 38 | 27 | 27 | 26 | 23 | 20 | 18 | 16 | 15 |
| 3 | 33 | 32 | 30 | 28 | 25 | 23 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 |
| 6 | 30 | 28 | 26 | 23 | 22 | 20 | 18 | 16 | 16 | 16 | 15 |
| 10 | 27 | 23 | 22 | 18 | 17 | 16 | 16 | 15 | 16 | 14 | 14 |

### Пример расчета для определения температуры жилы по известной температуре оболочки кабеля

Согласно измерению для кабеля СБГЗ×120 мм² с секторными жилами $t_{об}=45$ °С, $I_{оп}$ составила 250 А.

Удельное сопротивление определяют по формуле

$$\rho_{50}=\rho_{20}[1+K(T-20)];\quad \rho_{20}=0{,}0184 \text{ Ом·мм}^2/\text{м} \quad \text{(для меди)},$$

где величина $K=0{,}004$ — приращение сопротивления меди на каждый градус повышения температуры; $T=50$ °С — предполагаемая температура жилы;

$$\rho_{50}=\rho_{20}\,[1+0{,}004\,(50-20)]=0{,}0206=0{,}0206 \text{ Ом·мм}^2/\text{м}.$$

$S_к$ в соответствии с табл. 115 равно 51 Ом·м;

$$t_ж=45+\frac{250^2\cdot 3\cdot 0{,}0206\cdot 51}{100\cdot 120}=61 \text{ °С}.$$

Разность в температуре между жилой и оболочкой кабеля 10 кВ составляет 16 °С.

Измерение температуры оболочек кабелей рекомендуется в местах, где кабель более всего нагревается. Измерение температуры оболочек кабелей, проложенных открыто, производят обычным лабораторным термометром, а при прокладке кабелей в земле — с помощью термопар.

## § 43. Допустимые токовые нагрузки на кабельные линии

Допустимые токовые нагрузки для кабелей напряжением до 35 кВ с изоляцией из пропитанной кабельной бумаги в свинцовой или алюминиевой оболочке приняты в соответствии с допустимыми температурами нагрева жил кабелей (см. табл. 114). Для кабелей с бумажной изоляцией, проложенных в земле, воздухе и воде, допустимые токовые нагрузки приведены в табл. 116—119, поправочные коэффициенты — в табл. 120, 121; допустимые перегрузки — в табл. 122, 123, допустимые токовые нагрузки для кабелей с пластмассовой и резиновой изоляцией — в табл. 124.

Таблица 116. **Допустимые токовые нагрузки на кабели с медными и алюминиевыми жилами с бумажной изоляцией, пропитанной маслоканифольной и нестекающей массами, в свинцовой и алюминиевой оболочке, прокладываемые в земле**

| Сечение токопроводящей жилы, мм² | Токовые нагрузки, А, на кабели | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | одножильные до 1 кВ | двухжильные до 1 кВ | трехжильные до | | | четырехжильные до 1 кВ |
| | | | 3 кВ | 6 кВ | 10 кВ | |
| 6 | — | 80/60 | 70/55 | — | — | — |
| 10 | 140/110 | 105/80 | 95/75 | 80/60 | — | 85/65 |
| 16 | 175/135 | 140/110 | 120/90 | 105/80 | 95/75 | 115/90 |
| 25 | 235/180 | 185/140 | 160/125 | 135/105 | 120/90 | 150/115 |
| 35 | 285/220 | 225/175 | 190/145 | 160/125 | 150/115 | 175/135 |
| 50 | 360/275 | 270/210 | 235/180 | 200/155 | 180/140 | 215/165 |
| 70 | 440/330 | 325/250 | 285/220 | 245/190 | 215/165 | 265/200 |
| 95 | 520/400 | 380/290 | 340/260 | 295/225 | 265/205 | 310/240 |
| 120 | 595/460 | 435/335 | 390/300 | 340/260 | 310/240 | 350/270 |
| 150 | 675/520 | 500/385 | 435/335 | 390/300 | 355/275 | 395/305 |
| 185 | 755/580 | — | 490/380 | 440/340 | 400/310 | 450/345 |
| 240 | 880/675 | — | 570/440 | 510/390 | 460/355 | — |
| 300 | 1000/770 | — | — | — | — | — |
| 400 | 1220/940 | — | — | — | — | — |
| 500 | 1400/1080 | — | — | — | — | — |
| 625 | 1520/1170 | — | — | — | — | — |
| 800 | 1700/1310 | — | — | — | — | — |

Примечания: 1. В числителе даны нагрузки для медных жил, в знаменателе — для алюминиевых. 2. Нагрузки на кабели в таблице даны из расчета прокладки в траншее на глубине 0,7—1,0 м не более одного кабеля при температуре земли +15 °С. 3. При смешанной прокладке кабелей нагрузки должны приниматься для участка трассы с наихудшими тепловыми условиями, если его длина более 10 м. 4. При прокладке нескольких кабелей в одной траншее (включая прокладку в трубах) нагрузки должны быть уменьшены введением коэффициентов, приведенных в табл. 120. Резервные кабели не учитываются.

Таблица 117. **Допустимые токовые нагрузки на кабели с медными и алюминиевыми жилами с бумажной изоляцией, пропитанной масло-канифольной и нестекающей массами, в свинцовой или алюминиевой оболочке, прокладываемые в воздухе**

| Сечение токопроводящей жилы, мм² | Токовые нагрузки, А, на кабели | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | одножильные до 1 кВ | двухжильные до 1 кВ | трехжильные до | | | четырехжильные до 1 кВ |
| | | | 3 кВ | 6 кВ | 10 кВ | |
| 6 | — | 55/42 | 45/35 | — | — | — |
| 10 | 95/75 | 75/55 | 60/46 | 55/42 | — | 60/45 |
| 16 | 120/90 | 95/75 | 80/60 | 65/50 | 60/46 | 80/60 |
| 25 | 160/125 | 130/100 | 105/80 | 90/70 | 85/65 | 100/75 |
| 35 | 200/155 | 150/115 | 125/95 | 110/85 | 105/80 | 120/95 |
| 50 | 245/190 | 185/140 | 155/120 | 145/110 | 135/105 | 145/110 |
| 70 | 305/235 | 225/175 | 200/155 | 175/135 | 165/130 | 185/140 |
| 95 | 360/275 | 275/210 | 245/190 | 215/165 | 200/155 | 215/165 |
| 120 | 415/320 | 320/245 | 285/220 | 250/190 | 240/185 | 260/200 |
| 150 | 470/360 | 375/290 | 330/255 | 290/225 | 270/210 | 300/230 |
| 185 | 525/405 | — | 375/290 | 325/250 | 305/235 | 340/260 |
| 240 | 610/470 | — | 430/330 | 375/290 | 350/270 | — |
| 300 | 720/555 | — | — | — | — | — |
| 400 | 880/675 | — | — | — | — | — |
| 500 | 1020/785 | — | — | — | — | — |
| 625 | 1180/910 | — | — | — | — | — |
| 800 | 1400/1080 | — | — | — | — | — |

Примечания те же, что в табл. 116, пп. 1,3.

Таблица 118. **Допустимые токовые нагрузки для кабелей с медными и алюминиевыми жилами, с бумажной пропитанной маслоканифольной и нестекающей массами изоляцией в свинцовой оболочке, прокладываемые в воде**

| Сечение токопроводящей жилы, мм² | Токовые нагрузки, А | | | четырехжильные кабели до 1 кВ |
|---|---|---|---|---|
| | трехжильные кабели до | | | |
| | 3 кВ | 6 кВ | 10 кВ | |
| 16 | — | 135/105 | 120/90 | — |
| 25 | 210/160 | 170/130 | 150/115 | 195/150 |
| 35 | 250/190 | 205/140 | 180/160 | 230/175 |
| 50 | 305/235 | 255/195 | 220/170 | 285/220 |
| 70 | 375/290 | 310/240 | 275/210 | 350/270 |
| 95 | 440/340 | 375/290 | 340/260 | 410/315 |
| 120 | 505/390 | 430/330 | 395/305 | 470/360 |
| 150 | 565/435 | 500/385 | 450/345 | — |
| 185 | 615/475 | 545/420 | 510/390 | — |
| 240 | 715/550 | 625/480 | 585/450 | — |

Примечание. В числителе даны нагрузки для медных жил, в знаменателе — для алюминиевых.

Таблица 119. **Длительные токовые нагрузки трех- и четырехжильных кабелей с повышенной температурой на напряжение 1, 6 и 10 кВ**

| Номинальное сечение токопроводящей жилы мм² | Токовые нагрузки, А, для кабелей | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 кВ | | | | 6—10 кВ | | | |
| | с медными жилами СБУ, СБлУ, СБ2лУ, СПУ, СПлУ, СКлУ* в земле | с алюминиевыми жилами ААШвУ, ААШпУ, ААШпсУ, ААБлУ, ААБ2лУ, АСБУ, АСБлУ, АСБ2лУ, АСПлУ, АСПУ, АСКлУ* в земле | с медными жилами СГУ, СБГУ, СБнУ на воздухе | с алюминиевыми жилами ААГУ, ААШвУ, ААШпсУ, АСГУ АСБГУ на воздухе | СБУ, СБлУ СУ2лУ, СПУ, СПлУ, ЦСБУ, ЦСБлУ, ЦСПлУ, СКлУ* в земле | СГУ, СБГУ, СБНУ, ЦСБГУ, ЦСПнУ, ЦСБнУ на воздухе | ААШвУ, ААШпУ, ААШпсУ, ААБлУ, ААБ2лУ, АСБУ АСПУ, АСПлУ АСБлУ, АСБ2лУ ЦААШвУ, ЦААШпсУ ЦААБлУ, ЦААБ2лУ ЦАСПлУ, АСКлУ* ЦАСБлУ, ЦАСБУ в земле | ААГУ, ААШвУ ААШпсУ, АСГУ АСБГУ, ЦААШвУ ЦААШпсУ, ЦАСБГУ, ЦАСБнУ на воздухе |
| 10 | 95 | 75 | 70 | 55 | 85 (—) | 70 (60) | 65 (—) | 55 (—) |
| 16 | 120 | 90 | 90 | 70 | 115 (105) | 90 (80) | 85 (80) | 70 (60) |
| 25 | 160 | 126 | 125 | 95 | 145 (130) | 125 (110) | 115 (100) | 95 (85) |
| 35 | 190 | 145 | 150 | 115 | 175 (165) | 150 (135) | 135 (125) | 115 (105) |
| 50 | 235 | 180 | 185 | 140 | 220 (195) | 180 (165) | 170 (155) | 140 (125) |
| 70 | 285 | 220 | 235 | 175 | 270 (235) | 235 (210) | 210 (180) | 175 (155) |
| 95 | 340 | 260 | 290 | 215 | 325 (290) | 285 (255) | 245 (225) | 215 (190) |
| 120 | 390 | 300 | 335 | 250 | 375 (340) | 330 (295) | 285 (265) | 250 (220) |
| 150 | 435 | 335 | 385 | 295 | 430 (390) | 380 (335) | 330 (300) | 285 (250) |
| 185 | 490 | 380 | 440 | 335 | 480 (440) | 430 (385) | 375 (340) | 325 (285) |
| 240 | 570 | 440 | 515 | 395 | 560 (500) | 500 (455) | 430 (390) | 385 (335) |

* При прокладке в воде значение токовой нагрузки следует умножить на коэффициент k=1,3.

Таблица 120. **Поправочные коэффициенты на число работающих кабелей, лежащих рядом в земле в трубах и без труб**

| Расстояние в свету, мм | Поправочные коэффициенты при числе кабелей | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 100 | 1,00 | 0,90 | 0,85 | 0,80 | 0,78 | 0,75 |
| 200 | 1,00 | 0,92 | 0,87 | 0,84 | 0,82 | 0,81 |
| 300 | 1,00 | 0,93 | 0,90 | 0,87 | 0,86 | 0,85 |

Таблица 121. **Поправочные коэффициенты на температуры земли и воздуха для токовых нагрузок на кабели и провода**

| Расчетная температура среды, °С | Нормированная температура жил, °С | Поправочные коэффициенты при фактической температуре среды, °С | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | −5 | 0 | +5 | +10 | +15 | +20 |
| 15 | 80 | 1,14 | 1,11 | 1,08 | 1,04 | 1,00 | 0,96 |
| 25 | | 1,24 | 1,20 | 1,17 | 1,13 | 1,09 | 1,04 |
| 25 | 70 | 1,29 | 1,24 | 1,20 | 1,15 | 1,11 | 1,05 |
| 15 | 65 | 1,18 | 1,14 | 1,10 | 1,05 | 1,00 | 0,95 |
| 25 | | 1,32 | 1,27 | 1,22 | 1,17 | 1,12 | 1,06 |
| 15 | 60 | 1,20 | 1,15 | 1,12 | 1,06 | 1,00 | 0,94 |
| 25 | | 1,36 | 1,31 | 1,25 | 1,20 | 1,13 | 1,07 |
| 15 | 55 | 1,22 | 1,17 | 1,12 | 1,07 | 1,00 | 0,93 |
| 25 | | 1,41 | 1,35 | 1,29 | 1,23 | 1,15 | 1,08 |
| 15 | 50 | 1,25 | 1,21 | 1,14 | 1,07 | 1,00 | 0,93 |
| 25 | | 1,48 | 1,41 | 1,34 | 1,26 | 1,18 | 1,09 |

*Продолжение табл. 121*

| Расчетная температура среды, °С | Нормированная температура жил, °С | Поправочные коэффициенты при фактической температуре среды, °С | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | +25 | +30 | +35 | +40 | +45 | +50 |
| 15 | 80 | 0,92 | 0,88 | 0,83 | 0,78 | 0,73 | 0,68 |
| 25 | | 1,00 | 0,95 | 0,90 | 0,85 | 0,80 | 0,74 |
| 25 | 70 | 1,00 | 0,94 | 0,88 | 0,81 | 0,74 | 0,67 |
| 15 | 65 | 0,89 | 0,84 | 0,77 | 0,71 | 0,63 | 0,55 |
| 25 | | 1,00 | 0,94 | 0,87 | 0,79 | 0,71 | 0,61 |
| 15 | 60 | 0,88 | 0,82 | 0,75 | 0,67 | 0,57 | 0,47 |
| 25 | | 1,00 | 0,93 | 0,85 | 0,76 | 0,66 | 0,54 |
| 15 | 55 | 0,86 | 0,79 | 0,71 | 0,61 | 0,50 | 0,36 |
| 25 | | 1,00 | 0,91 | 0,82 | 0,71 | 0,58 | 0,41 |
| 15 | 50 | 0,84 | 0,76 | 0,66 | 0,54 | 0,37 | — |
| 25 | | 1,00 | 0,89 | 0,78 | 0,63 | 0,45 | — |

Таблица 122. Допустимые кратковременные токовые перегрузки, А, кабелей 6—10 кВ, несущих нагрузки меньше номинальных

| Вид прокладки | Коэффициент предварительной нагрузки | Допустимая перегрузка по отношению к номинальной при длительности максимума, ч | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1,5 | 2,0 | 3,0 |
| В земле | 0,6 | 1,35 | 1,3 | 1,15 |
| В воздухе | | 1,25 | 1,15 | 1,10 |
| В трубах (в земле) | | 1,20 | 1,10 | 1,00 |
| В земле | 0,8 | 1,20 | 1,15 | 1,10 |
| В воздухе | | 1,15 | 1,10 | 1,05 |
| В трубах (в земле) | | 1,10 | 1,05 | 1,00 |

Таблица 123. **Допустимые токовые перегрузки, А, кабелей до 10 кВ в течение 5 сут на время ликвидации аварий в кабельных линиях**

| Вид прокладки | Коэффициент предварительной нагрузки | Допустимая перегрузка по отношению к номинальной при длительности максимума, ч | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 3 | 6 |
| В земле | 0,6 | 1,5 | 1,35 | 1,25 |
| В воздухе | | 1,35 | 1,25 | 1,25 |
| В трубах (в земле) | | 1,30 | 1,20 | 1,15 |
| В земле | 0,8 | 1,35 | 1,25 | 1,20 |
| В воздухе | | 1,30 | 1,25 | 1,25 |
| В трубах (в земле) | | 1,20 | 1,15 | 1,10 |

Примечание. Для кабельных линий, длительно находящихся в эксплуатации (более 15 лет), перегрузки должны быть понижены на 10 %. Перегрузки кабельных линий 20—35 кВ не допускаются.

Таблица 124. **Допустимые токовые нагрузки для кабелей с алюминиевыми жилами с резиновой или пластмассовой изоляцией в свинцовой, поливинилхлоридной и резиновой оболочках, бронированных и небронированных**

| Сечение токопроводящей жилы, мм² | Токовые нагрузки, А, для кабелей | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | одножильных | двухжильных | | трехжильных | |
| | при прокладке | | | | |
| | в воздухе | в воздухе | в земле | в воздухе | в земле |
| 2,5 | 23 | 21 | 34 | 19 | 29 |
| 4 | 31 | 29 | 42 | 27 | 38 |
| 6 | 38 | 38 | 55 | 32 | 46 |

*Продолжение табл. 124*

| Сечение токопроводящей жилы, мм² | Токовые нагрузки, А, для кабелей | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | одножильных | двухжильных | | трехжильных | |
| | при прокладке | | | | |
| | в воздухе | в воздухе | в земле | в воздухе | в земле |
| 10 | 60 | 55 | 80 | 42 | 70 |
| 16 | 75 | 70 | 105 | 60 | 90 |
| 25 | 105 | 90 | 135 | 75 | 115 |
| 35 | 130 | 105 | 160 | 90 | 140 |
| 50 | 165 | 135 | 205 | 110 | 175 |
| 70 | 210 | 165 | 245 | 140 | 210 |
| 95 | 250 | 200 | 295 | 170 | 255 |
| 120 | 295 | 230 | 340 | 200 | 295 |
| 150 | 340 | 270 | 390 | 235 | 335 |
| 185 | 390 | 310 | 440 | 270 | 385 |
| 240 | 465 | — | — | — | — |

Примечание. Длительно допустимые токи для четырехжильных кабелей с пластмассовой изоляцией на напряжение до 1 кВ могут выбираться как для трехжильных кабелей, но с коэффициентом 0,92.

## § 44. Эксплуатационный надзор за кабельными линиями и сооружениями

Надзор за кабельными линиями и их трассами осуществляется путем периодических обходов и осмотров обслуживающим персоналом (табл. 125). Периодичность обходов трасс и осмотров кабельных линий определяется опытом эксплуатации и местными условиями.

При обходах и осмотрах трасс кабельных линий необходимо:

проверять, чтобы на трассе не производились несогласованные работы (строительство сооружений, раскопка земли, посадка растений, устройство складов, забивка свай, столбов и т. п.), а также чтобы не было завалов трасс мусором, шлаками, отбросами, не было провалов и оползней грунта;

осматривать места пересечения кабельных трасс с железными дорогами, обращая внимание на наличие предупредительных плакатов и на надежное металлическое соединение рельсов электрифицированных железных дорог в местах стыков;

осматривать места пересечения кабельных трасс шоссейными дорогами, канавами, кюветами;

осматривать состояние устройств и кабелей, проложенных по мостам, дамбам, эстакадам и другим подобным сооружениям;

проверять в местах выхода кабелей на стены зданий или опоры

Таблица 125. **Осмотры кабельных линий**

| Вид и объект | Периодичность |
|---|---|
| Плановые осмотры монтерами: | |
| трасс кабелей, проложенных в земле | По местным инструкциям, но не реже 1 раза в 3 мес. |
| концевых муфт на линиях напряжением выше 1000 В | 1 раз в 6 мес. |
| то же, напряжением до 1000 В | 1 раз в год |
| кабельных муфт, расположенных в трансформаторных помещениях, распределительных пунктах и на подстанциях, кабельных колодцах | Одновременно с другим оборудованием<br>2 раза в год |
| подводных кабелей | В соответствии с местными инструкциями |
| Внеочередные осмотры | В период паводков и после ливней |
| Осмотры туннелей, шахт и каналов на подстанциях инженерно-техническим персоналом | В соответствии с местными инструкциями |

воздушных линий передачи наличие и состояние защиты кабелей от механических повреждений, исправность концевых муфт.

При осмотре кабельных линий, проложенных в кабельных сооружениях, необходимо:

проверять состояние антикоррозийных покровов металлических оболочек кабелей;

измерять температуру оболочек кабелей;

проверять внешнее состояние муфт и концевых заделок;

проверять, нет ли смещений и провесов кабелей, соблюдены ли допустимые расстояния между кабелями;

проверять наличие и правильность маркировки кабелей;

проверять исправность освещения;

измерять температуру воздуха в помещениях;

проверять исправность устройств сигнализации и пожаротушения;

проверять состояние дверей, люков и их запоров, плотности заделки кабелей в местах перехода через стены, перекрытия и перегородки;

проверять, нет ли посторонних предметов, строительных и монтажных материалов, обтирочных концов, тряпок, мусора и пр.;

проверять, не проникают ли грунтовые воды, нет ли технологических отходов производства.

Результаты обходов и осмотров кабельных линий регистрируются в журнале по обходам и осмотрам.

Требования к кабельным линиям и сооружениям в процессе эксплуатации приведены в табл. 126.

Таблица 126. **Требования к кабельным линиям и сооружениям**

| Объект или операция | Требование | Дополнение и пояснение |
|---|---|---|
| Вентиляция коллекторов, туннелей и шахт | Должна систематически проверяться для поддержания допускаемой температуры | В летнее время температура воздуха внутри сооружений не должна превышать температуру наружного воздуха более чем на 10 °С |
| Измерение нагрузок и напряжений | Должно производиться не менее двух раз в год в различных точках сети | На основании этих измерений уточняются режимы и схемы работы кабельных сетей. Один раз измерения должны производиться в период максимума |
| Кабельные сооружения | Туннели, коллекторы, каналы и другие сооружения кабельных линий должны содержаться в чистоте; кабели и металлические конструкции должны покрываться антикоррозийным составом | В местах, куда может попасть вода, должны быть предусмотрены устройства для отвода почвенных и ливневых вод |
| Кабельные линии в районах с электрифицированным транспортом (метрополитен, трамвай, железные дороги) | Должен производиться контроль за состоянием кабелей путем измерений на них уровней блуждающих токов | Периодичность проверок — 2 раза в первый год эксплуатации кабеля или электрифицированного транспорта |

Согласно «Правилам охраны высоковольтных электрических сетей» и «Правилам охраны электрических сетей напряжением до 1000 В» все виды работ (земляные, взрывные, возведение строений и др. аналогичные работы) вблизи кабельных трасс допускается производить только после предварительного согласования выполнения этих работ с организацией, эксплуатирующей кабельную сеть, и получения разрешения на производство работ.

Места производства земляных работ по степени опасности в отношении возможности механических повреждений кабельных линий делятся на две зоны:

I зона — работы на расстоянии 1 м и ближе от крайней кабельной линии. При применении экскаваторов, бульдозеров, канавокопателей и других охранная зона увеличивается до 3 м;

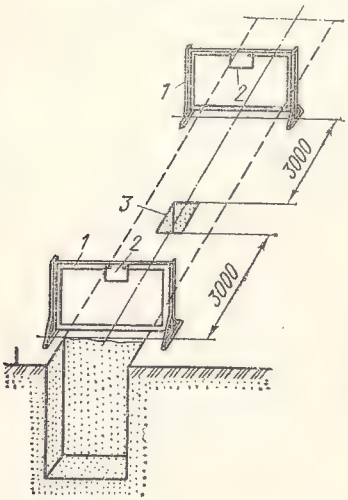



Рис. 70. Защита кабелей от механических повреждений при разрытии траншеи механизмами:

*1* — деревянный барьер, ограничивающий зону работы механизма, *2* — предупреждающий плакат, *3* — шурф, уточняющий местоположение кабелей

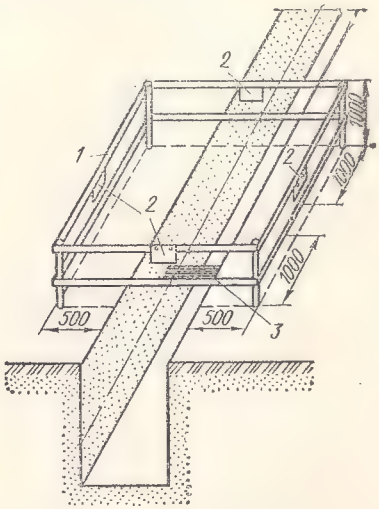



Рис. 71. Защита кабелей от механических повреждений при устройстве открытым способом траншеи, пересекающей кабельные линии:

*1* — деревянный барьер, *2*—предупреждающий плакат, *3* — вскрытые кабели

II зона — работы на трассах кабельных линий на расстоянии большем, чем указано для I зоны.

Допуск к производству работ в I зоне поручается лицу из технического персонала или специально обученному монтеру. При разрытии траншеи, пересекающей кабельные линии, защита кабелей от механических повреждений производится согласно рис. 70, 71.

## § 45. Защита металлических оболочек кабелей от коррозии

Повреждения силовых кабелей коррозией происходят от воздействия блуждающих электрических токов и электрохимического воздействия грунта (почвенная коррозия).

Таблица 127. **Агрессивность грунтов по отношению к стальным и алюминиевым оболочкам кабелей в зависимости от удельного электрического сопротивления**

| Удельное электрическое сопротивление, Ом·м | Степень агрессивности грунтов |
|---|---|
| Свыше 100 | Низкая |
| » 20 до 100 | Средняя |
| До 20 | Высокая |

Оценку агрессивности грунтов, грунтовых, речных и озерных вод по отношению к алюминиевым оболочкам кабелей следует производить по величине удельного электрического сопротивления (табл. 127) и данным химического анализа (табл. 128 и 129).

Таблица 128. **Агрессивность грунтов по отношению к алюминиевой оболочке кабелей**

| pH | Содержание компонентов, % от массы воздушно-сухой пробы | | | Оценка агрессивности грунтов |
|---|---|---|---|---|
| | $Cl^-$ | $SO_4^{2-}$ | $Fe^{3+}$ | |
| 6,0—7,5 | До 0,001 | До 0,005 | До 0,002 | Низкая |
| 4,5—5,9 | 0,001—0,005 | 0,005—0,01 | 0,002—0,01 | Средняя |
| 7,6—8,5 | 0,001—0,005 | 0,005—0,01 | 0,002—0,01 | » |
| До 4,5 или свыше 8,5 | Свыше 0,005 | Свыше 0,01 | Свыше 0,01 | Высокая |

Химический анализ проб грунтов и вод должен производиться в лабораторных условиях.

Таблица 129. **Агрессивность грунтовых и других вод по отношению к алюминиевой оболочке кабелей**

| pH | Содержание компонентов, мг/л | | | Оценка агрессивности грунтов |
|---|---|---|---|---|
| | $Cl^-$ | $SO_4^{2-}$ | $Fe^{3+}$ | |
| 6,0—7,5 | До 5,0 | До 30 | До 1,0 | Низкая |
| 4,5—5,9 | 5,0—50 | 30—150 | 1,0—10 | Средняя |
| 7,6—8,5 | 5,0—50 | 30—150 | 1,0—10 | » |
| До 4,5 или свыше 8,5 | Свыше 50 | Свыше 150 | Свыше 10 | Высокая |

Определение наличия блуждающих токов в земле производят по методике, изложенной в «Правилах защиты подземных металлических сооружений от коррозии».

При обнаружении на кабельных линиях опасных потенциалов и плотностей блуждающих токов должны быть приняты меры по предотвращению разрушения кабелей электрокоррозией, при этом должна быть учтена необходимость защиты кабелей от почвенной коррозии. За установленными защитными устройствами должно вестись наблюдение в соответствии с местными инструкциями.

## ГЛАВА VIII

## РЕМОНТ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

### § 46. Общие положения

Ремонт кабельных линий должен производиться по графику, разработанному на основе осмотров и испытаний и утвержденному ответственным за электрохозяйство.

Раскопка кабельных трасс или земляные работы вблизи них должны производиться только с разрешения эксплуатирующей организации. При этом должен быть обеспечен надзор за сохранностью кабелей на весь период производства работ, а вскрытые кабели должны быть укреплены для предупреждения провисания и защиты от механических повреждений. На месте работ должны быть установлены сигнальные огни и предупредительные плакаты.

Производителю работ должно быть указано точное местонахождение кабелей, объяснен порядок обращения с ними. Производитель работ должен дать расписку, подтверждающую получение указанных сведений.

Особое внимание должно быть обращено на раскопки, производимые механизированным способом: в зависимости от способа производства работ и средств механизации должны быть приняты необходимые меры защиты кабелей от механических повреждений.

Раскопки зимой на глубину ниже 0,4 м в местах прохождения кабелей должны производиться с отогревом земли. При этом необходимо следить за тем, чтобы от поверхности отогреваемого слоя до кабелей сохранялся слой земли толщиной не меньше 0,25 м. Оттаявшую землю следует отбрасывать лопатами. Применение ломов и т. п. инструментов запрещается.

Сведения о ремонтах заносятся в паспорта кабельных линий.

## § 47. Ремонт кабелей и кабельной арматуры

Таблица 130. Ремонт кабелей

| Вид работ | Указание | Дополнение и пояснение |
|---|---|---|
| Определение характера повреждения кабеля | До начала работ производят измерения, позволяющие определить характер повреждения. Измеряют мегаомметром с обоих концов линий: сопротивление изоляции каждой жилы относительно земли, сопротивление изоляции между каждой парой жил, целость токоведущих жил | Кабельную линию перед измерениями необходимо отсоединить от питающего источника, а электроприемники от линии. В большинстве случаев характер повреждения может быть установлен с помощью мегаомметра |
| Определение места повреждения кабеля | Определяют в два приема: сначала находят зону повреждения, затем уточняют место повреждения непосредственно на трассе | Зона повреждения определяется импульсным методом, методом колебательного разряда, емкостным методом или методом петли. Место повреждения уточняется с помощью акустического или индукционного метода |
| Ремонт брони | В месте разрушения снимают остатки бронеленты, обрез бронелент с обеих сторон закрепляется бандажом. Бронеленты соединяются перемычкой из медного провода пайкой, на оголенные участки оболочки наносится антикоррозионное покрытие | Для защиты бронеленты и металлических оболочек открыто проложенных кабелей рекомендуется применять термостойкие пентафталевые лаки ПФ-170, ПФ-171 или термостойкую маслобитумную краску БТ-177 |
| Ремонт металлических оболочек | Вид ремонта определяют в зависимости от того, проникла ли влага внутрь кабеля или нет | В сомнительных случаях удаляют часть оболочки по обе стороны от места ее повреждения, осматривают поясную изоляцию и проверяют верхний слой изоляции на отсутствие влаги |

| | | |
|---|---|---|
| | При отсутствии повреждений и влаги в изоляции восстановление свинцовой оболочки производят с помощью полосы свинца, которой обертывают оголенное место кабеля. Вначале производят пропайку продольного шва, а затем припаивают торцы свинцовой трубы к оболочке кабеля | Полосу вырезают из листового свинца (толщиной 2—2,5 мм) шириной на 70—80 мм больше оголенной части кабеля и длиной на 30—40 мм больше длины окружности кабеля (по оболочке). В полосе делают два заливочных отверстия с таким расчетом, чтобы они находились над оголенной частью кабеля |
| | Муфту заливают горячей кабельной массой марки МП-1. После остывания и доливки запаивают заливочные отверстия. На запаянное место накладывается бандаж из медной проволоки диаметром 1 мм с выходом на оболочку кабеля и с припайкой к ней | Для кабелей с алюминиевой оболочкой места припайки к ней свинцовой трубы предварительно облуживаются припоем «А». Отремонтированное место покрывается (обматывается) смоляной лентой |
| | Если внутри кабеля есть влага, поврежденный участок вырезают и вместо него вставляют отрезок кабеля, соответствующий по марке, сечению и длине ремонтируемому | С обеих сторон кабельной вставки монтируют соединительные муфты |
| Восстановление бумажной изоляции кабеля | При незначительных повреждениях и при наличии достаточной слабины кабеля, позволяющей развести его жилы для намотки изоляции, ремонт можно выполнить без разрезания жил с помощью муфты, изготовленной из двух продольных половин | Такой ремонт возможен только в том случае, если бумажная изоляция не увлажнилась и если ремонт производится не на крутонаклонных участках трасс (особенно в их нижней части), где возможно образование внутреннего повышения давления пропиточного состава |
| | Восстановление изоляции в поврежденном месте производится наложением роликов и рулонов кабельной бумаги | |

*Продолжение табл. 130*

| Вид работ | Указание | Дополнение и пояснение |
|---|---|---|
| Ремонт токопроводящих жил кабеля | Повреждение устраняется установкой одной соединительной муфты | Разрыв жил на незначительной длине и запас кабеля достаточен для разделки и монтажа одной муфты |
| | В некоторых случаях могут быть применены удлиненные соединительные гильзы и муфты | |
| | Повреждение устраняется заменой дефектного участка новым отрезком кабеля с установкой двух соединительных муфт | Если повреждение значительно и отсутствует запас кабеля |

Таблица 131. **Ремонт повреждений поливинилхлоридного защитного шланга кабеля марки ААШв**

| Вид работ | Требование или указание | Дополнение и пояснение |
|---|---|---|
| Подготовка кабеля к ремонту | Очистить и обезжирить бензином места, подлежащие ремонту. Вырезать кабельным ножом посторонние включения и срезать в местах повреждения шланга выступающие края и задиры | Подготовить присадку из поливинилхлоридного прутка диаметром 4—6 мм |
| Технологический процесс ремонта | Ремонт повреждений защитного шланга производят в струе горячего воздуха (при температуре 170—200 °С) от сварочного пистолета с электрическим подогревом (рис. 72) или газовоздушного пистолета (рис. 73). Сжатый воздух подводят давлением $0{,}98 \cdot 10^4$—$8{,}9 \cdot 10^4$ Па (0,1—0,4 кгс/см$^2$) | При открытой прокладке кабеля ремонт шланга можно производить двухслойной подмоткой с 50 %-ным перекрытием липкой поливинилхлоридной лентой с промазкой поливинилхлоридным лаком № 1 |

| | | |
|---|---|---|
| Ремонт проколов, небольших отверстий и раковин | Прогревают конец присадочного прутка и место повреждения. Конец прутка прижимают и приваривают к шлангу в месте разогрева<br>Для герметизации шланга и выравнивания сварочного шва место ремонта прогревают до появления признаков плавления, после чего к разогретому месту прижимают рукой кусок кабельной бумаги, сложенной в 3—4 слоя | После охлаждения пруток отрезают<br><br>Для надежности операцию повторяют 3—4 раза |
| Ремонт щелей, прорезей и вырезов | Приваривают пруток к целому месту шланга на расстоянии 1—2 мм от места повреждения, затем направляют струи воздуха так, чтобы одновременно прогревались нижняя часть присадочного прутка и обе стороны прорези или щели. Легким усилием, нажимая на пруток, последний укладывают и приваривают вдоль щели или прорези | Приварку прутка заканчивают на целом месте шланга на 1—2 мм от места повреждения, затем срезают ножом выступающие поверхности прутка и производят выравнивание сваренного шва |
| Ремонт с применением поливинилхлоридных заплат или разрезных манжет | Приваривают заплату к шлангу по всему периметру, а затем вдоль образовавшегося шва приваривают присадочный пруток.<br><br>Выступающие поверхности прутка срезают и производят выравнивание шва в месте сварки<br>Отрезают кусок поливинилхлоридной трубки на 35—40 мм больше длины поврежденного места, разрезают ее вдоль и надевают на кабель симметрично месту повреждения<br>Приваривают конец прутка в месте стыка манжеты со шлангом, а затем укладывают и приваривают пруток вокруг торца манжеты<br>Приваривают пруток вдоль разреза манжеты, срезают выступающие поверхности прутка и производят окончательное выравнивание всех сварных швов | Заплату изготовляют из пластиката так, чтобы края ее на 1,5—2 мм перекрывали место разрыва<br><br>Манжету временно закрепляют поливинилхлоридной или миткалевой лентой с шагом 20—25 мм<br><br>После приварки обоих торцов манжеты к шлангу снимают ленты временного крепления |

Таблица 132. **Ремонт кабельной арматуры**

| Вид работ | Требование или указание | Дополнение и пояснение |
|---|---|---|
| Ремонт концевых заделок | 1. Производство ремонтных работ на концевых заделках и муфтах допускается только при отключении кабеля с двух сторон и заземлении его | Ремонт концевых заделок кабеля на сборках должен производиться при полном отключении и заземлении сборок |
| | 2. Поврежденную заделку обрезают или демонтируют, проверяют изоляцию кабеля на влажность и монтируют новую или приведенную в порядок демонтированную заделку | Если длина кабеля имеет достаточный запас, ремонт ограничивается монтажом только концевой заделки. Если длина недостаточна, то кабель наращивают, при этом необходимо монтировать дополнительную соединительную муфту |
| | 3. При ремонте концевых заделок в стальных воронках может потребоваться: восстановление поверхностной изоляции на фазах или перезаливка воронок. Новую изоляцию на жилах выполняют подмоткой 4—5 слоями липкой ПВХ-лентой или двумя слоями прорезиненной ленты с покрытием лаками | При задирах, сильном загрязнении или увлажнении старую изоляцию и один слой бумажной изоляции удаляют |
| | Старый заливочный состав удаляется (выплавляется), воронка опускается вниз и очищается от копоти и грязи. | При растрескивании, отслаивании, частичном уходе и значительном загрязнении заливочного состава (некоторые дефекты возможны из-за отсутствия или неправильной установки распорной пластины), производят перезаливку стальной воронки |
| | Горловина воронки подматывается смоляной лентой, проверяется правильность положения фарфоровых втулок и воронка ставится на место. Производится заливка составом МБ-70/60 или МБ-90/75 | |
| | 4. Ремонт сухих заделок КВВ производится при наличии течи пропиточного состава, при увлажнении ПВХ-лент, признаком чего является их обесцвечивание, при растрескивании и обрывах ПВХ лент | После сматывания ПВХ-лент и проверки изоляции на влажность монтируется новая заделка с помощью самослипающихся лент КВсл |